



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE BALSAS – CESBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE – PPGAA**

LUCIANE GUBERT PIOVESAN

**SIMPLIFICAÇÃO DE HABITAT: os efeitos sobre as comunidades de insetos e
suas implicações para os serviços ecossistêmicos em áreas agrícolas na região
Nordeste do Brasil**

Balsas – MA

2020

LUCIANE GUBERT PIOVESAN

SIMPLIFICAÇÃO DE HABITAT: os efeitos sobre as comunidades de insetos e suas implicações para os serviços ecossistêmicos em áreas agrícolas na região Nordeste do Brasil

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente – PPGAA/CESBA/UEMA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura e Ambiente. Orientadora: Prof^ª. Dra. Michela Costa Batista.

Balsas – MA

2020

Piovesan, Luciane Gubert.

Simplificação de habitat: os efeitos sobre as comunidades de insetos e suas implicações para os serviços ecossistêmicos em áreas agrícolas na região Nordeste do Brasil / Luciane Gubert Piovesan. – Balsas, 2020.

88 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agricultura e Ambiente, Centro de Estudos Superiores de Balsas, Universidade Estadual do Maranhão, 2020.

Orientador: Profa. Dra. Michela Costa Batista.

1.Insetos. 2.Riqueza de espécies. 3.Serviços ecossistêmicos.
4.Monocultivos de soja. 5.Cerrado. I.Título

CDU: 574.4:633.34(812/813)

Elaborado por Giselle Frazão Tavares - CRB 13/665

LUCIANE GUBERT PIOVESAN

SIMPLIFICAÇÃO DE HABITAT: os efeitos sobre as comunidades de insetos e suas implicações para os serviços ecossistêmicos em áreas agrícolas na região Nordeste do Brasil

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente – PPGAA/CESBA/UEMA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura e Ambiente.
Orientadora: Prof^ª. Dra. Michela Costa Batista.

Aprovada em 05/08/2020

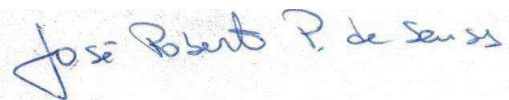
BANCA EXAMINADORA



Dra. Michela Costa Batista
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
Orientadora



Dra. Regiane Saturnino Ferreira
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL



Dr. José Roberto Pereira de Sousa
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Dedico ao meu pai (*in memoriam*) porque sempre
me incentivou a estudar.

*Bendize, ó minha alma, ao Senhor, e tudo o que há em mim
bendiga o Seu santo nome.
Salmos 103:1*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha rocha e minha fortaleza em todos os momentos e por me permitir concluir mais essa etapa da minha caminhada.

Ao meu esposo Volnei Piovesan, por seu apoio incondicional, principalmente junto ao secretário de administração da prefeitura, para eu conseguir liberação das aulas e poder seguir em frente com a pesquisa.

Aos meus pais Darci Gubert (*in memoriam*) e Sonia Ponath Gubert, por seu incentivo e amor incondicional e a meus filhos Leonardo, Júlio Cesar e Isadora pelo apoio e ajuda nas coletas.

Aos meus irmãos, cunhados e cunhadas, sogra e demais familiares, por suas orações e incentivo nos momentos de dificuldades, especialmente meu cunhado Vanderson Piovesan que me ajudou com as tabelas e organização do trabalho.

A minha querida orientadora Dr^a Michela Costa Batista, por me conduzir e apoiar no desenvolvimento dessa pesquisa e na elaboração da dissertação. Muito obrigada por tudo!

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, especialmente aos professores Dr. José Roberto Pereira de Sousa, Dr^a Joseane Rodrigues de Souza e Dr. Heder Braun por me inspirarem com suas aulas.

Aos alunos bolsistas e voluntários do curso de Agronomia do CESBA-UEMA e do curso de Biologia da UEMASUL que muito colaboraram na identificação das famílias de insetos.

Ao Centro de Estudos Superiores de Balsas, especialmente o professor Luciano Façanha, diretor desse centro, por seu apoio incondicional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, por ter me permitido cursar um mestrado praticamente na cidade onde moro. Agradeço a secretária Jéssica Cunha e a ex bolsista Maria de Jesus de S. Silva, por seu apoio durante a pesquisa.

Aos meus colegas e amigos, pelas palavras de apoio e incentivo. Enfim a todos que de alguma maneira contribuíram para a conclusão desse trabalho.

RESUMO

A expansão da agricultura no sul do Maranhão tem causado a simplificação da paisagem do cerrado em áreas de monocultivo de soja, influenciando negativamente as comunidades de insetos da região. Os insetos exercem importantes serviços ecossistêmicos e servem como indicadores da qualidade ecológica dos ambientes. O presente trabalho avaliou o efeito da simplificação de habitat sobre os padrões de riqueza, abundância e composição de espécies da entomofauna presente em áreas de monocultivo de soja e reserva legal na região de Balsas-MA. A amostragem de insetos foi feita em 20 sítios amostrais, sendo 10 sítios em cultivo de soja e 10 sítios em área de reserva legal adjacente. Utilizou-se 3 armadilhas do tipo Provid e 3 do tipo Moericke por sítio amostral, totalizando 120 armadilhas passivas. Coletas ativas com rede entomológica também foram realizadas para complementar as amostragens. Realizou-se duas coletas durante o ciclo fenológico da soja: uma na floração e outra na maturação, concomitantes com coletas nas áreas de reserva, adjacentes aos cultivos. Foram coletados 9.345 insetos classificados em 15 ordens, 93 famílias e 388 morfoespécies. As ordens mais abundantes foram Hemiptera (47,7%), Hymenoptera (26,2%), Diptera (13%) e Coleoptera (7,9%). Observou-se que a simplificação do habitat reduziu significativamente a riqueza dos insetos nos cultivos, afetando tanto o grupo geral como as ordens Hemiptera e Hymenoptera. O mesmo não foi observado para a abundância, já que somente as ordens Coleoptera e Hymenoptera diferiram para os ambientes analisados. A composição de espécies da entomofauna geral e das quatro principais ordens coletadas mostrou que as comunidades de insetos da reserva e do cultivo são distintas, evidenciando que a conversão de áreas de cerrado em áreas agrícolas afeta a composição dessas comunidades. A perda de espécies causada pela simplificação do habitat pode levar ao declínio dos serviços ambientais fornecidos por elas, tornando os ambientes menos resilientes e mais sujeitos à degradação provocada pelo aumento do uso de insumos, como pesticidas e fertilizantes químicos. As famílias como Dolichopodidae, Carabidae, Fomicidae e Apidae, encontradas neste estudo, são fornecedores de serviços ecossistêmicos de controle biológico e polinização, e podem estar beneficiando os cultivos de soja, em áreas próximas das reservas de cerrado. Dessa forma ressalta-se a importância da conservação da vegetação nativa, próxima a áreas agrícolas.

Palavras-chave: Insetos. Riqueza de espécies. Serviços ecossistêmicos. Monocultivos de soja. Cerrado.

ABSTRACT

The expansion of agriculture in southern Maranhão has caused the simplification of the cerrado landscape in areas of soybean monoculture, negatively influencing insect communities in the region. Insects perform important ecosystem services and serve as indicators of the ecological quality of environments. The present dissertation evaluated the effect of habitat simplification on the patterns of species richness, abundance and composition of the entomofauna present in soybean monoculture areas and legal reserve in the region of Balsas-MA. Insect sampling was carried out at 20 sampling sites, 10 sites in soybean cultivation and 10 sites in an adjacent legal reserve area. Three Provid traps and three Moericke traps were set up in each sample site, totaling 120 passive traps. Active collections using a sweep nets were also performed to complement sampling. Two collections were made during the phenological cycle of soybean: one in flowering and the other in maturation period, concomitant with collections in the legal reserve areas, adjacent to the crops. We collected a total of 9,345 insects classified in 15 orders, 93 families and 388 morphospecies. The most abundant orders were Hemiptera (47.7%), Hymenoptera (26.2%), Diptera (13%) and Coleoptera (7.9%). We observed that habitat simplification reduced significantly insect species richness in the crops, affecting both the general group of insects as well as the order Hemiptera and Hymenoptera. That pattern was not observed for species abundance, since only the orders Coleoptera and Hymenoptera differed among the environments analyzed. Species composition of the general entomofauna and of the four main orders collected showed that insect communities from the legal reserve and the crop areas are distinct, showing that the conversion of cerrado vegetation into agricultural areas affects the composition of these communities. Species loss caused by habitat simplification may lead to the decline of environmental services provided by insects, making the environments less resilient and more prone to degradation caused by an increasing use of inputs, such as pesticides and chemical fertilizers. Families such as Carabidae, Fomicidae and Apidae, which are suppliers of ecosystem services of biological control and pollination, may be benefiting soybean crops in areas near to the cerrado reserves. Thus, we emphasize the importance of conserving native vegetation, close to agricultural areas.

Keywords: Insects. Species richness. Ecosystem services. Soybean monoculture. Cerrado biome.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização da fazenda Semente Cajueiro (Fazenda 01) e da Granja Agromina (Fazenda 02) e indicação dos pontos amostrais na reserva e no cultivo (A = área; C= cultivo; 1,2,3,4,5 = pontos de amostragem em cada ambiente) na região sul do Maranhão..... 25
- Figura 2.** Ambiente de reserva, com vegetação de cerrado *Stricto Sensu* na fazenda Sementes Cajueiro localizada no município de Balsas-Ma 26
- Figura 3.** Ambiente de reserva de cerrado *Strictu sensu* na fazenda Agromina localizada no município de Balsas-Ma..... 27
- Figura 4.** Armadilhas Moericke (a) e armadilha do tipo Provid (b..... 28
- Figura 5.** Abundância de insetos em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras iguais indicam falta de significância estatística entre os tratamentos 41
- Figura 6.** Abundância de insetos coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos..... 41
- Figura 7.** Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de insetos amostrados em ambiente de cultivo de soja e reserva adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos..... 42
- Figura 8.** Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de insetos amostrados em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos 43

- Figura 9.** Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies de insetos para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA 44
- Figura 10.** Abundância de hemípteros em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras iguais indicam falta de significância estatística entre os tratamentos 45
- Figura 11.** Abundância de hemípteros coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos..... 45
- Figura 12.** Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de Hemiptera amostrados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos 46
- Figura 13.** Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de Hemiptera amostradas em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos..... 47
- Figura14.** Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies da ordem Hemiptera para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA 48
- Figura 15.** Abundância de himenópteros em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de

	contraste <i>a posteriori</i> ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos	48
Figura 16.	Abundância de himenópteros coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste <i>a posteriori</i> ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras iguais indicam falta de significância estatística entre os tratamentos.....	49
Figura 17.	Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de Hymenoptera amostrados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método <i>Bootstrap</i> . As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos	49
Figura 18.	Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de Hymenoptera amostradas em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método <i>Bootstrap</i> . As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos.....	50
Figura 19.	Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies da ordem Hymenoptera para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA	51
Figura 20.	Abundância de dípteros em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste <i>a posteriori</i> ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras iguais indicam falta de significância estatística entre os tratamentos	52
Figura 21.	Abundância de dípteros coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste <i>a posteriori</i> ($P < 0,05$). Média \pm	

	erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos.....	52
Figura 22.	Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de Diptera amostrados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método <i>Bootstrap</i> . As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos	53
Figura 23.	Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de Diptera amostradas em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método <i>Bootstrap</i> . As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos	54
Figura 24.	Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies da ordem Diptera para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA	55
Figura 25.	Abundância de coleópteros em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste <i>a posteriori</i> ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos	55
Figura 26.	Abundância de coleópteros coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste <i>a posteriori</i> ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos.....	56
Figura 27.	Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de Coleoptera amostrados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através	

do método *Bootstrap*. As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos 57

Figura 28. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de Coleoptera amostradas em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência são indicadas pelos pontos sólidos coloridos..... 57

Figura 29. Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies da ordem Coleoptera para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Abundância e riqueza absoluta de insetos por ordem, família e morfoespécie, coletados no período de floração (Coleta1) e maturação (Coleta 2) nos ambientes de cultivo e reserva, no município de Balsas-MA..... 30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	18
2.1	Geral	18
2.1	Específicos	19
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	Heterogeneidade de habitats, simplificação e consequências para a perda de biodiversidade	19
3.2	Biodiversidade de insetos e os serviços ecossistêmicos	22
4	MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1	Área de estudo	25
4.2	Amostragem da entomofauna	27
4.3	Análises Estatísticas	28
5	RESULTADOS	30
5.1	Composição e abundância da entomofauna geral	30
5.1.1	Abundância geral de insetos	30
5.1.2	Riqueza geral dos insetos	42
5.1.3	Similaridade das comunidades de insetos entre os ambientes estudados	43
5.2	Composição e abundância da Ordem Hemiptera	44
5.2.1	Abundância de hemípteros	44
5.2.2	Riqueza de hemípteros	46
5.2.3	Similaridade das comunidades de hemíptera entre os ambientes estudados	47
5.3	Composição e abundância da Ordem Hymenoptera	48
5.3.1	Abundância de himenópteros	48
5.3.2	Riqueza de himenópteros	49
5.3.3	Similaridade das comunidades de himenópteros entre os ambientes estudados	50
5.4	Composição e abundância da Ordem Diptera	51
5.4.1	Abundância de dípteros	51
5.4.2	Riqueza de dípteros	53
5.4.3	Similaridade das comunidades de dípteros entre os ambientes estudados	54
5.5	Composição e abundância da Ordem Coleoptera	55
5.5.1	Abundância de coleópteros	55
5.5.2	Riqueza de coleópteros	56

5.5.3	Similaridade das comunidades de coleópteros entre os ambientes estudados	58
6	DISCUSSÃO	58
6.1	Composição e abundância da entomofauna geral	58
6.2	Composição e abundância da Ordem Hemiptera	61
6.3	Composição e abundância da Ordem Hymenoptera	64
6.4	Composição e abundância da Ordem Diptera	66
6.5	Composição e abundância da Ordem Coleoptera	68
7	CONCLUSÕES	70
	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

A expansão da agricultura no Brasil, devido à crescente demanda do mercado de exportação do agronegócio, acaba se tornando a maior ameaça para o Cerrado (SANO et al., 2010; STRASSBURG et al. 2017). Essa ameaça, aliada ao alto número de espécies endêmicas nesse bioma, faz do Cerrado um dos *hotspots* do mundo, contendo 1,5% das espécies de plantas vasculares do planeta, o que corresponde a 10.000 espécies, dentre as quais 4.400 são endêmicas (MYERS et al., 2000). Antes de 1970, o uso da terra no Cerrado era basicamente para a produção de gado sobre pastagens naturais (SANO et al. 2010). A partir de então, se iniciou uma intensa expansão da produção agrícola mecanizada para exportação de soja, milho, algodão e café (KLINK e MACHADO, 2005; STRASSBURG et al. 2017) incluindo a região sul do Maranhão, onde se localiza o município de Balsas.

Nas últimas décadas, esse município vem passando por constantes modificações em suas paisagens, devido ao avanço do agronegócio da soja. Paisagens heterogêneas com cerrado e pastagens naturais foram gradualmente sendo substituídas por cultivos homogêneos de milho e soja (OLIVEIRA, 2012). A conversão da vegetação de cerrado em cultivos de soja tem um efeito negativo na riqueza de espécies da flora e fauna, ocasionando ainda mudanças na composição de espécies de insetos (PACHECO e VASCONCELOS, 2012; FRISO, 2016).

A importância ecológica dos insetos muitas vezes passa despercebida, pois geralmente esses organismos são percebidos apenas como pragas (JANKIELSOHN, 2018). Entretanto, o papel funcional dos insetos nos ecossistemas é enorme (SAMWAYS, 1993) e os serviços ecossistêmicos fornecidos por eles são vitais, destacando-se o controle biológico natural (VERES et al. 2013, TSCHARNTKE et al., 2016), a polinização (FONSECA e SILVA, 2010; RIZZARDO et al., 2012), a ciclagem de nutrientes (DUARTE, 2007), dentre outros. A riqueza e a abundância de insetos sofre influência de fatores ambientais, principalmente os relacionados com a estrutura da vegetação (SOUSA et al., 2016).

É importante conhecer a entomofauna de áreas naturais e antropizadas para que haja um constante acompanhamento dos impactos da ação antrópica nessas comunidades, já que o número de ordens, famílias e espécies de insetos podem diminuir com a elevação do nível de antropização do ambiente (THOMANZINI e THOMANZINI, 2002). Os inventários e a identificação de insetos nos ecossistemas permitem as prevenções ou remediações de impactos nos ambientes (WINK et al., 2005). Permite também a identificação dos organismos sensíveis a mudanças ambientais a fim de caracterizá-los como indicadores biológicos (REZENDE et al., 2017). Dentre os invertebrados, os insetos são o grupo que

possui representantes de maior eficiência como bioindicadores (MAJER et al., 2007). Eles são considerados bons indicadores da qualidade ecológica, pois: (1) são sensíveis a pequenas variações ambientais, (2) têm distribuição cosmopolita, (3) curto tempo de geração, e (4) são de fácil amostragem (MAJER, 1983) constituindo-se em um importante grupo indicador da biodiversidade em vários tipos de ecossistemas.

As perdas de biodiversidade nos ecossistemas agrícolas levam a perdas de funções do ecossistema, comprometem a prestação de serviços ecossistêmicos e podem reduzir a resiliência desses sistemas (LANDIS, 2017). Muitas pragas, principalmente as especializadas, têm maior probabilidade de encontrar e colonizar plantas hospedeiras em locais com recursos concentrados e condições físicas uniformes (ROOT, 1973; KAREIVA, 1983). Ademais, a disponibilidade de grande quantidade de alimento diminui a competição intraespecífica e a taxa relativa de mortalidade, causando desequilíbrios populacionais (ATKINS, 1978).

O cultivo da soja no sul do Maranhão, no modelo agronegócio, vem provocando consequências irreparáveis para os ecossistemas onde se instala. A retirada da cobertura vegetal original e adoção de uma única cultura associados a fragilidade do solo do cerrado, geram preocupações quanto ao desenvolvimento sustentável na região (SANTOS et al., 2008). É importante avaliar os efeitos da conversão de áreas de áreas nativas de cerrado em sistemas agrícolas sobre a fauna de insetos na região de Balsas-MA. Os resultados deste estudo podem contribuir para o conhecimento dos insetos dessa região, bem como fornecer informações para estudos vindouros em grupos com potencial para prestação de serviços ecossistêmicos nessa região.

Diante do exposto, o presente estudo avaliou a abundância, riqueza e composição da entomofauna presente em ambientes de cultivo de soja e reserva legal adjacente procurando responder a seguinte pergunta: A riqueza, abundância e composição de espécies de insetos diferem entre áreas homogêneas (monocultivo de soja) e áreas heterogêneas (reserva legal)?

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o efeito da simplificação de habitat sobre os padrões de riqueza, abundância e composição de espécies da entomofauna presente em áreas de monocultivo de soja e reserva legal na região de Balsas-MA.

2.2 Específicos

- Levantar as espécies de insetos que ocorrem em áreas de cultivo de soja e em áreas de reserva legal com vegetação de cerrado, adjacente aos cultivos;
- Comparar os níveis de riqueza e abundância dos insetos em função dos ambientes de cultivo de soja e reserva legal e em função dos períodos de floração e maturação da soja;
- Avaliar a composição de espécies da entomofauna coletada em áreas de cultivo de soja e reserva legal.
- Identificar a ocorrência de famílias de insetos com potencial para prestação de serviços ecossistêmicos, em áreas de cultivo de soja.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Heterogeneidade de habitats, simplificação e consequências para a perda de biodiversidade

Nas últimas décadas observa-se a conversão de ecossistemas naturais complexos em agroecossistemas simplificados, com uso intenso de maquinário, insumos químicos e biológicos (ARMBRECHT et al. 2006; HADDAD et al. 2009; FRIZZO e VASCONCELOS, 2013). Um dos principais impactos da conversão de áreas naturais em áreas produtivas é a erosão da biodiversidade em paisagens agrícolas (BUTCHART et al., 2010). Junto a perda da biodiversidade, a Organização das Nações Unidas (ONU), em seu relatório “Avaliação Ecosistêmica do Milênio” (Millennium Ecosystem Assessment), concluiu que 15 dos 24 serviços dos ecossistemas do mundo estão sendo degradados ou usados de forma insustentável (MEA, 2005; PASCUAL e PERRINGS, 2007; TSCHARNTKE et al., 2005).

Habitats heterogêneos apresentam maior diversidade de habitat, e portanto, maiores possibilidades de exploração de recursos o que permite a ocorrência de uma fauna também mais diversificada (TEWS et al., 2004). A hipótese de que a heterogeneidade de habitat determina o aumento da diversidade, foi desenvolvida inicialmente por MacArthur e MacArthur (1961) e considera que ambientes mais heterogêneos disponibilizam mais recursos, o que acarreta em maior número de nichos, suportando maior diversidade de espécies do que ambientes mais simples (BAZZAZ, 1975). A heterogeneidade de habitats pode ser gerada pelo meio físico, com a presença de uma topografia complexa apresentando rios, lagos, cavernas,

entre outros, e/ou pela biota diversificada, apresentando diferentes espécies de plantas, por exemplo (ALMEIDA e VARGAS, 2017). Sobre a heterogeneidade gerada pelos seres vivos, cientistas têm observado que ambientes com a estrutura de vegetação mais complexa geralmente possuem mais espécies de animais, tais como formigas (MARTINS et al., 2011; GOMES et al., 2013), aves (PERONI e HERNANDEZ, 2011), moscas (SOUSA et al., 2016) e outros animais, quando comparados com áreas de estruturas vegetacionais mais simples. Assim, paisagens com grande variedade de cobertura vegetal, em geral, tendem a ter maior diversidade de espécies do que paisagens mais simples (SCHMIDT et al., 2008; TSCHARNTKE et al., 2012).

Por exemplo, há um crescente número de estudos que enfocam como o contexto da paisagem afeta as interações entre inimigos naturais, herbívoros e produção primária, integrando conceitos de ecologia da paisagem e controle biológico de conservação (BIANCHI et al., 2006). Análises abrangentes examinaram o impacto da estrutura da paisagem nas populações de inimigos naturais demonstrando que paisagens complexas e diversificadas aumentam a abundância e diversidade desse grupo funcional melhorando o controle natural de pragas (CHAPLIN-KRAMER et al., 2011; LETOURNEAU et al., 2011; VERES et al., 2013; TSCHARNTKE et al., 2016). Relações positivas entre o rendimento da colheita principal e o controle biológico foram encontradas em uma meta-análise de sistemas de policultura (IVERSON et al., 2014).

Estudos documentam o movimento de artrópodes benéficos das margens da vegetação do entorno para dentro das plantações, e que maiores níveis de controle biológico são geralmente observados nas linhas das culturas que estão mais próximas à vegetação nativa ou cercas vivas (ALTIERI et al., 2003; SOUSA et al., 2011; SANTOS et al., 2018). A conectividade de paisagens seminaturais também tem relação positiva com a diversidade de espécies (LIU et al., 2014).

A adição de plantações de flores silvestres nativas tem a capacidade de aumentar a abundância de abelhas silvestres em toda a variedade de paisagens agrícolas (WILLIAMS et al., 2015) e a restauração de diversos habitats floríferos adjacentes às culturas dependentes de polinizadores, pode aumentar a polinização e compensar os custos da instalação desses habitats em três a quatro anos (BLAAUW e ISAACS, 2014). Em uma meta-análise, Shackelford et al. (2013) descobriram que os polinizadores se beneficiam intensamente de habitats naturais nos níveis local e paisagístico em áreas agrícolas; no entanto, em muitas partes do mundo, as paisagens agrícolas estão perdendo cada vez mais a complexidade.

Portanto, observa-se que a estrutura do habitat, principalmente a complexidade da

vegetação, é um fator determinante para a presença, composição, riqueza e abundância das espécies (WISE, 1995; BORGES e BROWN, 2001; SOUSA et al., 2016). As paisagens multifuncionais, que promovem a biodiversidade e proporcionam condições favoráveis à agricultura com base em princípios ecológicos, podem contribuir para o desenvolvimento de sistemas agrícolas produtivos e sustentáveis (BIANCHI, 2006).

Por outro lado, a simplificação de habitats e fragmentação dos ecossistemas naturais tem sido a principal causa da perda de biodiversidade (BUTCHART et al., 2010; RUSCH et al., 2016). Essas alterações modificam condições microclimáticas e/ou até mesmo macroclimáticas, outro fator que afeta a biodiversidade (ALMEIDA e VARGAS, 2017). Estudos sugerem que em paisagens agrícolas a diversidade de plantas (KLEIJN et al., 2009, JOSÉ-MARIA et al., 2011), artrópodes (HENDRICKX et al., 2007), aves (DONALD et al., 2001), mamíferos (SOTHERTON 1998) e de vários outros grupos diminuíram quando comparadas a áreas naturais. Além da riqueza de espécies, a diversidade funcional também está em declínio (FLYNN et al., 2009, GAGIC et al., 2015, GAMEZ-VIRUES et al., 2015) e pode resultar em perda de serviços ecossistêmicos.

Nos campos, a intensificação agrícola gera comunidades vegetais simplificadas, à medida que as policulturas são abandonadas em favor das monoculturas e devido ao controle intensivo de plantas espontâneas. Nos limites do campo de cultivo, a diversidade de tipos de habitat e sua composição se tornam menos diversas (LANDIS, 2017). Onde os habitats naturais permanecem, eles abrigam menos biodiversidade devido ao aumento da fragmentação e isolamento e do movimento de pesticidas fora de alvo, que pode reduzir diretamente a diversidade de plantas e animais (EGAN et al., 2014; HALLMANN et al. al., 2014). Na escala da paisagem, a mistura geral de habitats agrícolas e não agrícolas tende a se tornar mais uniforme, à medida que as forças econômicas impulsionam a especialização regional e a consolidação agrícola (MACDONALD et al., 2013). A diversidade de culturas diminui à medida que os agricultores se concentram nas poucas commodities economicamente mais viáveis.

Além disso, nos ambientes agrícolas, as características intrínsecas de auto regulação, existentes nos ecossistemas naturais, são perdidas em função das perturbações inerentes ao processo produtivo, alcançando sua forma extrema nas monoculturas de larga escala, onde as espécies consideradas pragas exibem taxas de colonização mais altas, tempos de permanência mais longos, menos barreiras ao encontro do hospedeiro e maior potencial reprodutivo (MENEZES, 2004). Muitas pragas, principalmente as especializadas, têm maior probabilidade de encontrar e colonizar plantas hospedeiras em locais com recursos concentrados e condições

físicas uniformes (ROOT, 1973; KAREIVA, 1983). Ademais, a disponibilidade de grande quantidade de alimento diminui a competição intraespecífica e a taxa relativa de mortalidade (ATKINS, 1978).

Os ambientes cultivados geralmente oferecem recursos alimentares apenas em determinadas épocas do ano e são caracterizados por perturbações frequentes, capacidade limitada de invernagem após a colheita e o plantio subsequente, e recursos alimentares insuficientes como néctar e pólen, desfavorecendo diversas populações fornecedoras de serviços ambientais, tais como os inimigos naturais de pragas agrícolas (HOLLAND e REYNOLDS, 2003; THORBEEK e BILDE, 2004). Assim, a efemeridade, a perturbação e a alta produtividade primária da maioria das paisagens agrícolas são desafios ao controle de pragas por inimigos naturais (LANDIS et al., 2000). Polinizadores e serviços de polinização também são reduzidos em paisagens agrícolas intensificadas (POTTS et al., 2010; KENNEDY et al., 2013). Nos EUA, estima-se que a conversão de habitats naturais em áreas de cultivo anual, entre 2008 e 2013, tenha causado um declínio de 23% na abundância de abelhas selvagens, comprometendo os serviços de polinização em 39% da área de cultivo dependente de polinizadores do país (KOH et al., 2016).

As perdas de biodiversidade nos ecossistemas agrícolas levam a perdas de funções do ecossistema, comprometem a prestação de serviços ecossistêmicos e podem reduzir a resiliência desses sistemas. Dada a importância da agricultura para o bem-estar humano, é fundamental a promoção de estudos no sentido de avaliar tais relações, afim de subsidiar a criação e implementação de práticas agrícolas, políticas públicas e conscientização geral que promovam a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos proporcionados por esta (LANDIS, 2017).

3.2 Biodiversidade de insetos e os serviços ecossistêmicos

O termo biodiversidade refere-se à diversidade biológica para apontar a variedade de formas de vida em todos os níveis, desde microrganismos até flora e fauna silvestres, incluindo também a espécie humana (DAILY, 1997; BROOKS et al., 2006, ALHO, 2012). Contudo, essa variedade de seres vivos não deve ser visualizada individualmente, mas sim em seu conjunto estrutural e funcional (relativo aos processos naturais), com uma visão ecológica do sistema natural, isto é, em um conceito mais amplo, de ecossistema (ALHO, 2012).

A qualidade de vida das populações humanas e suas atividades econômicas dependem da biodiversidade e das relações entre seus atores, usufruindo desta forma dos chamados

serviços ecossistêmicos. Os serviços ecossistêmicos são os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas (DAILY, 1997; ANDRADE e ROMEIRO, 2009). Eles podem ser divididos em quatro tipos: de provisão (bens como alimentos, matéria-prima para a geração de energia, fibras, fitofármacos, recursos genéticos e água), reguladores (processos naturais como purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de pragas e doenças, tratamento de resíduos), culturais (benefícios recreacionais, educacionais, estéticos e espirituais) e de suporte (ciclagem de nutrientes, produção primária, formação de solos, polinização e dispersão de sementes) (MEA, 2005).

Dentre a biodiversidade do planeta Terra, os insetos têm sido extremamente bem-sucedidos em termos de riqueza e abundância de espécies. Eles compõem o grupo mais numeroso de organismos do planeta, com cerca de 66% de todas as espécies animais (JANKIELSOHN, 2018). Existem cerca de 1 milhão de espécies de insetos conhecidos (ZHANG, 2011), mas a maioria das espécies ainda não foi descrita cientificamente (SAVADA et al., 2009). Como muitas espécies de insetos ainda não foram identificadas, estima-se que possa haver entre cinco e oito milhões de espécies de insetos na Terra (SAMWAYS, 2005; STORK et al., 2015). Revisões taxonômicas mais recentes registram 28 ordens de insetos (GULLAN e CRANSTON, 2017), sendo Coleoptera a ordem mais representativa. Os besouros representam cerca de 40% de todas as espécies de artrópodes descritas, com uma estimativa de 1,5 milhão de espécies (STORK et al., 2015).

Em termos de biomassa, os insetos também dominam, com 150 a 1.500 quilos de insetos para cada ser humano (DICKE, 2017). Como forma dominante de biomassa animal e de vida na Terra, os insetos representam muitos nichos tróficos diferentes e uma vasta gama de funções ecológicas em seus ecossistemas naturais, incluindo alimentação por herbívoros, carnívoros e detritos. Os insetos são abundantes em todos os ecossistemas terrestres e exibem uma grande variação entre as espécies em quase todos os aspectos de sua biologia (GULLAN e CRANSTON, 2017). Como os insetos são percebidos principalmente como pragas ou pragas em potencial, a importância ecológica dos insetos muitas vezes passa despercebida (JANKIELSOHN, 2018). Entretanto o significado funcional dos insetos é enorme (SAMWAYS, 1993) e os serviços ecossistêmicos fornecidos por eles são vitais. Os insetos são os componentes-chave e importantes atores em diversos ecossistemas (KIM, 1993).

Dentre os serviços ecossistêmicos oferecidos pelos insetos destacam-se o controle biológico natural (SOUSA et al. 2011; VERES et al. 2013), a polinização (DeMARCO e COELHO 2004; FONSECA e SILVA 2010; RIZZARDO et al., 2012), a dispersão de sementes (TRAILL et al. 2010; BRANCALION et al., 2010) e a ciclagem de

nutrientes (DUARTE, 2007).

Insetos predadores e parasitas, ao atuar como consumidores secundários e terciários, ajudam a controlar o aumento da população de consumidores primários, ou seja, organismos herbívoros. Insetos herbívoros com potencial de se tornarem pragas estão sob controle natural de predadores e parasitóides de insetos (VAN LENTEREN, 2012). Algumas ordens de insetos, como Odonata (libélulas) e Neuroptera (crisopídeos e formigas-leão), são consideradas como taxons predominantemente predadores, enquanto outras ordens como Hemiptera (percevejos), Coleoptera (besouros), Diptera (moscas) e Hymenoptera (vespas, abelhas e formigas) apresentam diversas espécies predadoras ou parasitoides, em pelo menos um estágio de vida (JANKIELSOHN, 2018).

Os insetos são essenciais para a produção de alimentos, pois 72% das plantas cultivadas no mundo são dependentes de insetos para polinização (DICKE, 2017). Os insetos polinizadores melhoram ou estabilizam o rendimento de três quartos de todos os tipos de culturas no mundo (SCHWÄGERL, 2016). Estima-se que os serviços de polinização por insetos contribuam com 9,5% do rendimento da produção agrícola global (GALLAI et al., 2016).

A decomposição de resíduos orgânicos, como esterco e carcaças, é um processo importante do ecossistema, amplamente fornecido por insetos. Por exemplo, existem cerca de 4000 espécies documentadas de escaravelhos (Coleoptera: Scarabaeidae) que desempenham um papel importante na decomposição do estrume. Besouros escarabaeídeos contribuem para a saúde do solo aumentando o teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio ou proteínas totais (MACFADYEN et al., 2015). Os escaravelhos também contribuem para o ciclo do carbono, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa entre 7% e 12% (NICHOLS, 2008). Larvas de besouros, moscas, formigas e cupins limpam a matéria morta de plantas e animais e as decompõem parcialmente, serviço ambiental posteriormente complementado por microorganismos. Formigas e cupins, componentes da macrofauna do solo em regiões secas e quentes, desempenham um papel importante no aumento do nitrogênio mineral no solo, contribuindo na ciclagem de nutrientes (EVANS et al., 2010).

Considerando-se que a importância dos insetos para o funcionamento dos ecossistemas, é necessário gerenciar os sistemas agrícolas a fim de conservar esses organismos e assim, garantir sistemas agrícolas mais estáveis, resilientes e sustentáveis em um ambiente em constante mudança (JANKIELSOHN, 2018). O uso de serviços ecossistêmicos oferecidos por insetos é imprescindível para o desenvolvimento agrícola sustentável.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em duas fazendas localizadas no município de Balsas–MA: Fazenda Sementes Cajueiro (7° 14' S, 45° 56' O) e Fazenda Agromina, (7° 34' S, 46° 07' O) (Fig. 1). A região tem clima subúmido seco, com uma estação chuvosa (outubro a abril) e outra seca (maio a setembro) bem definidas (LABGEO, 2002). A temperatura média anual estimada para o município de Balsas é 27,1 °C, evidenciando pequena variabilidade. As precipitações totais anuais atingem valores médios de 1.175 mm (PASSOS *et al.*, 2017).

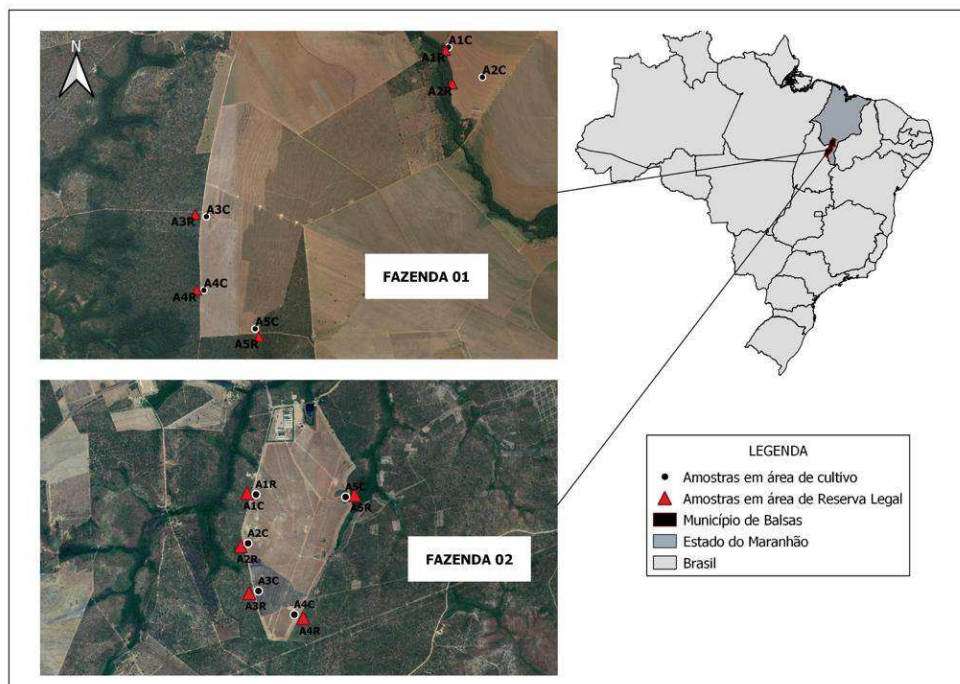


Figura 1. Mapa de localização da Fazenda Sementes Cajueiro (Fazenda 01) e da Granja Agromina (Fazenda 02) e indicação dos pontos amostrais na reserva e no cultivo (A = área; C= cultivo; 1,2,3,4,5 = pontos de amostragem em cada ambiente) na região sul do Maranhão. Fonte: Google Earth Pro (acesso em 07. Fev. 2020).

A região faz parte do bioma Cerrado que apresenta doze tipos principais de vegetação, enquadrados em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) (RIBEIRO e WALTER 2008).

A fazenda Sementes Cajueiro possui áreas de reserva com vegetação característica de Cerrado *Stricto Sensu*. O Cerrado sentido restrito caracteriza-se pela presença de árvores

baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidências de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (Xilopódeos), que permite a rebrota após a queima ou corte (RIBEIRO e WALTER 2008), (Fig.2). Nesta propriedade, adota-se o sistema de cultivo convencional, em monocultura, com plantio direto, cultivando soja no período de safra (novembro a maio) e milho ou milheto no período de safrinha (fevereiro a agosto). São utilizados cultivares transgênicos de soja e milho em vários talhões, com áreas de refúgio onde são plantadas cultivares sem a tecnologia *Bt*. As áreas de refúgio têm função de reduzir a exposição dos insetos-praga ao mecanismo de ação/seleção dos transgênicos (MESQUITA, 2013). A estratégia de controle de pragas utilizada é unicamente o controle químico, com aplicações feitas conforme monitoramento dos níveis populacionais das pragas.



Figura 2. Ambiente de reserva, com vegetação de cerrado *Stricto Sensu* na fazenda Sementes Cajueiro localizada no município de Balsas-Ma .

A Granja Agromina também possui áreas de reserva que correspondem a fragmentos de cerrado *Stricto sensu* (Fig.4). O sistema de cultivo é o monocultivo, com plantio direto e sistema de irrigação em parte da área cultivada. Nessa fazenda intercala-se o cultivo de duas safras de soja num ano e duas de milho no ano seguinte, no período de novembro a julho. Utilizam-se cultivares transgênicos de soja e milho, não se observando áreas de refúgio durante o período de estudo. A única estratégia de controle de pragas também é o controle químico com monitoramento de pragas.



Figura 3. Ambiente de reserva de cerrado *Strictu sensu* na fazenda Agromina localizada no município de Balsas-Ma.

4.2 Amostragem da entomofauna

Os insetos foram coletados em 20 sítios amostrais, sendo 10 sítios em cultivo de soja e 10 sítios em área de reserva legal adjacente ao cultivo, com distância mínima entre de 1 km entre os sítios amostrais.

Foram realizadas coletas passivas, utilizando-se armadilhas do tipo Provid e Moericke. As armadilhas foram instaladas a partir da fronteira cultivo/reserva, adentrando 50 metros em cada ambiente. Em cada sítio amostral, foram instaladas de forma intercalada, três armadilhas Provid e três armadilhas Moriecke, perfazendo seis armadilhas por sítio amostral e 120 armadilhas no total. A distância mínima entre as armadilhas foi de 10 metros e o tempo de exposição no campo foi de 48 horas.

Com o intuito de ampliar a quantidade de espécies coletadas, também foram realizadas coletas ativas com rede entomológica no dia da retirada das armadilhas do campo. Tais coletas foram feitas em dois transectos de 20 metros de comprimento em cada sítio amostral, e os insetos coletados foram mortos em um saco plástico contendo um chumaço de algodão embebido em acetato de etila.

As armadilhas do tipo Provid foram confeccionadas com garrafas PET, com capacidade de dois litros, contendo quatro aberturas na forma de janelas, com dimensões de 6 x 4 cm na altura de 20 cm de sua base (ANTONIOLLI et al., 2006). Essas armadilhas foram utilizadas com o objetivo de capturar insetos que caminham sobre o solo, por incapacidade de

voo ou por preferência de habitat. As armadilhas Provid foram enterradas com as aberturas ao nível do solo, e acrescentou-se 200 mL de uma solução de formol a 5% e detergente (Fig. 4b).

As armadilhas do tipo Moericke consistiram em potes plásticos de 15 x 15 cm (Fig. 4a), amarelos, colocados sobre o solo (MOERICKE, 1951), contendo a mesma solução colocada nas armadilhas Provid. Essas armadilhas têm sido utilizadas em levantamentos de insetos (RAMIRO et al., 2011), pois capturam uma grande diversidade de artrópodes, incluindo insetos alados, como himenópteros, hemípteros e neurópteros.



Figura 4. Armadilhas Moericke (a) e armadilha do tipo Provid (b).

Foram feitas duas coletas de insetos durante o ciclo fenológico da soja: uma no período de floração e outra no período de maturação, pois para cada estágio da cultura, pode-se observar a ocorrência de diferentes tipos de insetos (CAMPO et al., 2000). Tanto a coleta de floração como a de maturação ocorreram nos dois ambientes: cultivo e reserva adjacente. Os espécimes coletados foram triados no Laboratório de Sementes e Entomologia do Centro de Estudos Superiores de Balsas (CESBA – UEMA). Os insetos foram identificados em nível de família utilizando as chaves de identificação disponíveis em Triplehorn e Jonnson (2011) e Carrano (2006), morfotipados e utilizados para as análises estatísticas. Os demais ártropodes coletados foram identificados em nível de ordem, preservados em via líquida, e depositados na coleção didática do Laboratório de Sementes e Entomologia.

4.3 Análises Estatísticas

Os dados de abundância de entomofauna geral (considerando todos os insetos coletados) e das quatro ordens mais representativas (mínimo de 500 indivíduos) em função do tipo de ambiente (cultivo e reserva) e do período de coleta (floração e maturação) foram

ajustados usando modelos lineares generalizados (GLM's) com distribuição de erro de Poisson ou quasi-Poisson (CRAWLEY, 2013). Modelos GLM's são usados quando a variância ou distribuição de erros dos dados não alcançam os pressupostos de constância e normalidade, respectivamente. Tais contravenções são comuns em dados de natureza discreta e/ou com muita incidência de zeros, como ocorre em avaliações de abundância de indivíduos e o uso de GLM's com distribuição de erros Poisson, quasi-Poisson ou binomial negativo é recomendado como uma alternativa a transformações logarítmicas, por exemplo (O'HARA e KOTZE, 2010; CRAWLEY, 2013). Os modelos ajustados foram submetidos à análise de variância (ANOVA's) de dois critérios, seguidos de análise de contraste *a posteriori* para acessar as diferenças entre os ambientes e períodos de coleta (CRAWLEY, 2013). Todos os modelos gerados foram submetidos a análise de resíduos para verificar a adequação dos modelos e distribuição de erros (CRAWLEY, 2013).

Para comparar a riqueza de espécies estimada geral e para as quatro ordens mais abundantes nos ambientes avaliados, utilizou-se curvas de rarefação/extrapolação baseadas no primeiro número de Hill ($q=0$). Números de Hill são famílias matematicamente unificadas de índices de diversidade (se diferenciando entre si apenas pelo expoente q) que incorpora a abundância relativa e riqueza de espécies (CHAO et al., 2014). De acordo com Chao et al. (2014), esse método utiliza o modelo de distribuição de probabilidade multinomial dos números de Hill $q = 0$ (riqueza de espécies), $q = 1$ (diversidade de Shannon) e $q = 2$ (diversidade de Simpson). O expoente q determina a sensibilidade do índice às abundâncias relativas das espécies; a diversidade de ordem zero ($q=0$) é completamente insensível às abundâncias das espécies, então, o valor obtido equivale simplesmente à riqueza de espécies. Para a construção das curvas de rarefação e extrapolação dos números de Hill, utilizou-se os procedimentos e funções propostas por Chao et al. (2014), por meio do pacote "iNEXT" versão 2.0.9 (HSIEH et al., 2015). As curvas foram geradas com intervalos de confiança a 95% obtidos pelo método de Bootstrap, o que facilita a comparação de diversas comunidades de amostras extrapoladas (Chao et al., 2014).

Para avaliar a similaridade das comunidades nos ambientes estudados para as ordens de insetos mais abundantes, os dados de abundância foram submetidos a uma análise de ordenação, escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) utilizando como medida de similaridade o índice de Bray-Curtis (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998). A distorção da resolução em duas dimensões da ordenação foi expressa pelo valor S (chamado stress) o qual quanto mais próximo de zero, resulta no melhor ajuste entre a distância original dos objetos e a configuração obtida (LEGENDRE e LEGENDRE 1998). Os NMDS's foram gerados a

partir da função metaMDS, do pacote Vegan (OKSANEN et al., 2017). Complementarmente, a diferença entre os ambientes estudados foi testada através da análise de similaridade, ANOSIM. Nesta análise, quanto maior for o valor de R Global (mais próximo de 1), maior é a diferença relativamente a uma distribuição aleatória, ou seja, maior é a indicação de que as comunidades são diferentes (CLARKE, 1993).

Todas as análises foram realizadas através do programa “R” versão 3.6.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2020).

5 RESULTADOS

5.1 Composição e abundância da entomofauna geral

5.1.1 Abundância geral dos insetos

Foram coletados 9.339 insetos, sendo 5.376 (57,6%) provenientes das áreas de reserva e 3.961 (42,4%) das áreas de cultivo de soja. Os insetos foram classificados em 15 ordens, 87 famílias e 378 morfoespécies (Tab.1).

A ordem Hemiptera apresentou maior número de indivíduos (4.459) seguida pelas ordens Hymenoptera (2.448), Diptera (1.209) e Coleoptera (742). As ordens Odonata (2), Mantodea (2), Embióptera (3) e Phasmatodea (5) foram as menos numerosas. A família mais numerosa foi Aleyrodidae (Hemiptera) com 4.136 indivíduos, seguida pelas famílias Formicidae (Hymenoptera) com 2.331 indivíduos, Chloropidae (Diptera) com 464 indivíduos; Nitidulidae (Coleoptera) com 389 indivíduos, Sciaridae (Diptera) com 220 indivíduos, Dolichopodidae (Diptera) com 216 indivíduos; e Cicadellidae (Hemiptera) com 213 indivíduos (Tab.1).

Tabela 1: Abundância e riqueza absoluta de insetos por ordem, família e morfoespécie, coletados no período de floração (Coleta1) e maturação (Coleta 2) nos ambientes de cultivo e reserva, no município de Balsas-MA.

ORDEM	FAMÍLIA	MORFO- ESPÉCIE	RESERVA			CULTIVO			Total geral
			Coleta 1	Coleta 2	Total	Coleta 1	Coleta 2	Total	
BLATTODEA	Blattellidae	sp.1	3	0	3	0	0	0	3
		sp.2	8	4	12	0	0	0	12

	Blattidae	sp.1	3	0	3	0	0	0	3
		sp.2	3	0	3	0	1	1	4
	estágio imaturo		1	0	1	0	5	5	6
	TOTAL	4	18	4	22	0	6	6	28
COLEOPTERA	Buprestidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
	Carabidae	sp.1	0	0	0	19	0	19	19
		sp.2	0	0	0	1	0	1	1
		sp.3	4	0	4	21	5	26	30
		sp.4	3	2	5	2	0	2	7
		sp.5	0	0	0	1	0	1	1
		sp.6	0	0	0	2	0	2	2
		sp.7	0	0	0	0	1	1	1
	Chrysomelidae	sp.1	8	0	8	0	0	0	8
		sp.2	1	0	1	0	0	0	1
		sp.3	6	1	7	1	1	2	9
		sp.4	1	0	1	0	0	0	1
		sp.5	1	0	1	0	0	0	1
		sp.6	1	0	1	0	0	0	1
		sp.7	1	0	1	0	0	0	1
		sp.8	0	1	1	0	0	0	1
		sp.9	0	1	1	0	0	0	1
	Coccinellidae	sp.1	1	1	2	1	0	1	3
	Curculionidae	sp.1	19	0	19	1	0	1	20
		sp.2	1	0	1	0	0	0	1
		sp.3	0	0	0	1	0	1	1
		sp.4	27	8	35	0	0	0	35
		sp.5	1	2	3	1	0	1	4
		sp.6	3	1	4	0	0	0	4
		sp.7	1	0	1	0	0	0	1
		sp.8	2	0	2	0	0	0	2
		sp.9	1	0	1	0	0	0	1
		sp.10	0	1	1	0	0	0	1
		sp.11	0	2	2	0	0	0	2
	Elateridae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
		sp.2	1	0	1	0	0	0	1
		sp.3	0	0	0	0	1	1	1
	Erotylidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
	Histeridae	sp.1	27	8	35	0	0	0	35
		sp.2	3	8	11	0	0	0	11

Latridiidae	sp.1	0	1	1	0	0	0	1
Lagriidae	sp.1	0	0	0	0	1	1	1
Mordellidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
	sp.2	1	0	1	0	0	0	1
	sp.3	1	0	1	0	0	0	1
Nitidulidae	sp.1	144	24	168	43	17	60	228
	sp.2	3	0	3	1	0	1	4
	sp.3	0	0	0	0	1	1	1
	sp.4	11	11	22	44	4	48	70
	sp.5	0	0	0	3	3	6	6
	sp.6	1	0	1	0	0	0	1
	sp.7	21	3	24	0	0	0	24
	sp.8	4	48	52	0	3	3	55
Scarabaeidae	sp.1	22	14	36	2	1	3	39
	sp.2	2	2	4	0	0	0	4
	sp.3	1	0	1	0	0	0	1
	sp.4	3	1	4	2	0	2	6
	sp.5	1	0	1	0	0	0	1
	sp.6	2	0	2	0	0	0	2
	sp.7	2	1	3	0	0	0	3
	sp.8	1	0	1	0	0	0	1
	sp.9	1	0	1	0	0	0	1
	sp.10	1	0	1	0	0	0	1
	sp.11	1	1	2	0	0	0	2
	sp.12	0	4	4	0	0	0	4
	sp.13	0	1	1	0	0	0	1
	sp.14	0	1	1	0	0	0	1
Scotylinae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
	sp.1	2	0	2	0	0	0	2
Staphylinidae	sp.1	4	2	6	1	0	1	7
	sp.2	2	0	2	1	1	2	4
	sp.3	0	0	0	2	0	2	2
	sp.4	0	3	3	0	0	0	3
	sp.5	5	3	8	0	0	0	8
	sp.6	0	3	3	1	0	1	4
	sp.7	3	2	5	0	0	0	5
	sp.8	1	0	1	0	0	0	1
	sp.9	9	9	18	0	0	0	18
	sp.10	1	0	1	0	0	0	1

		sp.11	0	1	1	0	0	0	1
		sp.12	0	1	1	0	0	0	1
		sp.13	0	2	2	0	0	0	2
	Tenebrionidae	sp.1	0	1	1	0	0	0	1
		sp.2	0	1	1	0	0	0	1
		sp.3	2	0	2	1	0	1	3
		sp.4	1	0	1	1	0	1	2
		sp.5	1	0	1	0	0	0	1
		sp.6	0	0	0	0	2	2	2
	TOTAL		83	372	176	548	153	41	194
DERMAPTERA	Forficulidae	sp.1	0	0	0	2	2	4	4
		sp.2	0	0	0	0	3	3	3
		sp.3	0	1	1	2	8	10	11
		sp.4	0	2	2	1	8	9	11
	TOTAL		4	0	3	3	5	21	26
DIPTERA	Cecidomyiidae	sp.1	0	0	0	1	0	1	1
		sp.2	0	83	83	1	3	4	87
		sp.3	0	0	0	0	1	1	1
		sp.4	0	19	19	0	0	0	19
		sp.5	0	1	1	0	0	0	1
		sp.6	0	2	2	0	2	2	4
		sp.7	0	1	1	0	0	0	1
		sp.8	0	1	1	0	0	0	1
	Chloropidae	sp.1	6	58	64	44	114	158	222
		sp.2	0	0	0	3	18	21	21
		sp.3	3	22	25	0	0	0	25
		sp.4	1	1	2	0	0	0	2
		sp.5	1	0	1	0	163	163	164
		sp.6	0	0	0	1	0	1	1
		sp.7	0	0	0	0	7	7	7
		sp.8	0	9	9	0	1	1	10
		sp.9	0	4	4	0	0	0	4
		sp.10	0	2	2	0	0	0	2
		sp.11	0	3	3	0	0	0	3
		sp.12	0	3	3	0	0	0	3
	Culicidae	sp.1	1	3	4	0	0	0	4
		sp.2	0	3	3	0	0	0	3
	Dolichopodidae	sp.1	27	73	100	2	0	2	102
		sp.2	35	15	50	0	0	0	50
		sp.3	14	1	15	10	0	10	25

	sp.4	2	1	3	3	1	4	7
	sp.5	0	2	2	22	3	25	27
	sp.6	0	0	0	5	0	5	5
Fanniidae	sp.1	0	0	0	0	1	1	1
Phoridae	sp.1	2	16	18	0	13	13	31
	sp.2	0	9	9	0	0	0	9
	sp.3	4	14	18	0	1	1	19
	sp.4	0	1	1	0	14	14	15
	sp.5	0	6	6	0	3	3	9
	sp.6	0	16	16	0	3	3	19
Pipunculidae	sp.1	0	1	1	0	0	0	1
Sarcophagidae	sp.1	1	7	8	1	1	2	10
	sp.2	2	2	4	0	0	0	4
	sp.3	2	4	6	0	5	5	11
	sp.4	0	0	0	1	1	2	2
	sp.5	1	5	6	2	0	2	8
Scaptosidae	sp.1	0	3	3	2	4	6	9
	sp.2	0	0	0	1	0	1	1
	sp.3	0	1	1	2	0	2	3
	sp.4	1	0	1	0	0	0	1
	sp.5	0	1	1	0	10	10	11
	sp.6	0	0	0	0	4	4	4
Sciaridae	sp.1	0	0	0	0	13	13	13
	sp.2	1	10	11	1	172	173	184
	sp.3	0	6	6	6	8	14	20
	sp.4	0	2	2	0	1	1	3
Sepsidae	sp.1	2	0	2	0	0	0	2
	sp.2	0	0	0	1	0	1	1
Stratiomyidae	sp.1	0	5	5	0	0	0	5
	sp.2	0	1	1	0	0	0	1
Syrphidae	sp.1	0	0	0	0	3	3	3
	sp.2	0	0	0	0	1	1	1
Tachinidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
Tephritidae	sp.1	0	0	0	0	1	1	1
Ulidiidae	sp.1	1	1	2	0	0	0	2
TOTAL		61	108	419	526	109	572	681
EMBIOPTERA	Clothodidae	sp.1	0	1	1	0	0	1
	Teratemiidae	sp.1	0	2	2	0	0	2
TOTAL		2	0	3	3	0	0	3

HEMIPTERA	Aetalionidae	sp.1	0	2	2	0	0	0	2
	Aleyrodidae	sp.1	0	1853	1853	132	2151	2283	4136
	Aphididae	sp.1	0	4	4	0	3	3	7
	Berytidae	sp.1	0	0	0	4	0	4	4
		sp.2	1	0	1	0	1	1	2
	Cercopidae	sp.1	2	2	4	1	0	1	5
		sp.2	3	0	3	0	0	0	3
		sp.3	3	0	3	0	0	0	3
		sp.4	1	0	1	0	0	0	1
		sp.5	2	0	2	0	0	0	2
		sp.6	0	1	1	0	0	0	1
		sp.7	0	1	1	0	0	0	1
		sp.8	0	1	1	0	0	0	1
	Cicadellidae	sp.1	4	0	4	0	0	0	4
		sp.2	11	0	11	0	0	0	11
		sp.3	1	0	1	0	0	0	1
		sp.4	52	16	68	4	0	4	72
		sp.5	25	0	25	0	0	0	25
		sp.6	5	0	5	0	0	0	5
		sp.7	0	0	0	2	0	2	2
		sp.8	12	1	13	0	0	0	13
		sp.9	1	0	1	0	0	0	1
		sp.10	1	0	1	0	0	0	1
		sp.11	37	10	47	0	0	0	47
		sp.12	1	1	2	0	0	0	2
		sp.13	1	2	3	0	0	0	3
		sp.14	9	11	20	0	0	0	20
		sp.15	0	2	2	0	1	1	3
		sp.16	0	1	1	0	0	0	1
		sp.17	0	1	1	0	0	0	1
		sp.18	0	1	1	0	0	0	1
	Cydnidae	sp.1	1	1	2	0	0	0	2
		sp.2	1	0	1	0	0	0	1
	Dictyopharidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
	Flatidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
	Lygaeidae	sp.1	0	0	0	1	0	1	1
	Miridae	sp.1	0	1	1	0	0	0	1
		sp.2	0	0	0	0	1	1	1
	Pentatomidae	sp.1	0	0	0	2	4	6	6

	Reduviidae	sp.1	0	0	0	1	0	1	1
	Rhopalidae	sp.1	0	0	0	3	0	3	3
	estágio imaturo		8	51	59	0	1	1	60
	TOTAL		41	184	1963	2147	150	2162	2312
HYMENOPTERA	Andrenidae	sp.1	0	0	0	1	0	1	1
		sp.2	0	0	0	1	0	1	1
		sp.3	0	0	0	1	0	1	1
	Apidae	sp.1	0	0	0	5	0	5	5
		sp.2	0	0	0	0	1	1	1
		sp.3	1	0	1	0	0	0	1
		sp.4	0	0	0	2	0	2	2
		sp.5	0	0	0	1	0	1	1
		sp.6	1	0	1	3	0	3	4
		sp.7	0	0	0	1	0	1	1
		sp.8	0	1	1	0	0	0	1
sp.9		0	1	1	0	0	0	1	
sp.10		0	1	1	0	0	0	1	
Bethylidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1	
	sp.2	1	0	1	0	0	0	1	
	sp.3	1	0	1	0	0	0	1	
Braconidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1	
	sp.2	8	0	8	0	0	0	8	
	sp.3	0	1	1	0	0	0	1	
Ceraphronidae	sp.1	0	0	0	0	30	30	30	
Chrysididae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1	
Colletidae	sp.1	0	0	0	1	0	1	1	
Diapriidae	sp.1	0	1	1	0	0	0	1	
Evaniidae	sp.1	0	2	2	0	0	0	2	
Formicidae	sp.1	78	0	78	0	0	0	78	
	sp.2	4	5	9	0	0	0	9	
	sp.3	1	0	1	215	0	215	216	
	sp.4	31	22	53	8	0	8	61	
	sp.5	7	0	7	0	0	0	7	
	sp.6	6	8	14	1	0	1	15	
	sp.7	48	3	51	5	0	5	56	
	sp.8	8	0	8	1	0	1	9	
	sp.9	16	0	16	0	0	0	16	
	sp.10	8	0	8	5	0	5	13	
	sp.11	13	14	27	2	0	2	29	

sp.12	0	5	5	25	0	25	30
sp.13	5	51	56	0	1	1	57
sp.14	22	13	35	0	0	0	35
sp.15	2	3	5	0	0	0	5
sp.16	65	142	207	0	0	0	207
sp.17	3	0	3	2	3	5	8
sp.18	1	0	1	0	0	0	1
sp.19	8	1	9	0	0	0	9
sp.20	2	3	5	6	0	6	11
sp.21	64	4	68	1	1	2	70
sp.22	0	23	23	20	43	63	86
sp.23	31	5	36	0	0	0	36
sp.24	14	21	35	0	0	0	35
sp.25	3	0	3	0	0	0	3
sp.26	3	1	4	0	0	0	4
sp.27	14	0	14	0	0	0	14
sp.28	7	0	7	0	0	0	7
sp.29	15	23	38	0	0	0	38
sp.30	1	0	1	0	0	0	1
sp.31	0	3	3	0	0	0	3
sp.32	1	0	1	0	0	0	1
sp.33	3	7	10	0	0	0	10
sp.34	324	0	324	0	0	0	324
sp.35	93	0	93	0	0	0	93
sp.36	4	0	4	0	0	0	4
sp.37	154	5	159	0	0	0	159
sp.38	0	1	1	5	0	5	6
sp.39	6	0	6	2	0	2	8
sp.40	3	1	4	0	0	0	4
sp.41	45	4	49	1	0	1	50
sp.42	5	17	22	0	1	1	23
sp.43	0	128	128	5	12	17	145
sp.44	2	0	2	2	0	2	4
sp.45	3	0	3	0	0	0	3
sp.46	1	2	3	0	0	0	3
sp.47	6	3	9	0	0	0	9
sp.48	1	0	1	0	0	0	1
sp.49	6	3	9	0	0	0	9
sp.50	13	10	23	0	0	0	23
sp.51	0	0	0	1	0	1	1

sp.52	8	7	15	0	0	0	15
sp.53	1	0	1	0	0	0	1
sp.54	2	15	17	0	0	0	17
sp.55	4	7	11	0	0	0	11
sp.56	1	0	1	0	0	0	1
sp.57	1	0	1	0	0	0	1
sp.58	1	0	1	0	0	0	1
sp.59	3	3	6	0	0	0	6
sp.60	2	4	6	0	0	0	6
sp.61	1	1	2	0	0	0	2
sp.62	4	5	9	0	0	0	9
sp.63	3	2	5	0	0	0	5
sp.64	4	3	7	0	0	0	7
sp.65	2	2	4	0	0	0	4
sp.66	8	25	33	0	0	0	33
sp.67	1	0	1	0	0	0	1
sp.68	0	3	3	0	0	0	3
sp.69	1	0	1	1	0	1	2
sp.70	1	2	3	0	0	0	3
sp.71	1	0	1	0	1	1	2
sp.72	3	2	5	5	111	116	121
sp.73	1	1	2	0	0	0	2
sp.74	0	0	0	2	0	2	2
sp.75	0	0	0	10	0	10	10
sp.76	1	3	4	0	0	0	4
sp.77	0	1	1	0	0	0	1
sp.78	0	2	2	0	0	0	2
sp.79	0	1	1	0	0	0	1
sp.80	0	2	2	0	0	0	2
sp.81	0	1	1	0	0	0	1
sp.82	0	1	1	0	0	0	1
sp.83	0	2	2	0	0	0	2
sp.84	1	0	1	0	0	0	1
sp.85	1	0	1	0	0	0	1
sp.86	1	0	1	0	0	0	1
Ichneumonidae	sp.1	1	0	1	0	0	1
Megachilidae	sp.1	0	1	1	0	0	1
	sp.2	0	1	1	0	0	1
	sp.3	0	0	0	3	0	3
Mutillidae	sp.1	1	0	1	0	0	1

	sp.2	1	0	1	0	0	0	1
	sp.3	3	1	4	0	0	0	4
	Platygastridae	sp.1	0	1	1	0	0	1
	Pompilidae	sp.1	0	0	0	1	0	1
		sp.2	0	1	1	1	0	2
	Pteromalidae	sp.1	0	1	1	0	0	1
		sp.2	0	10	10	0	0	10
		sp.3	0	0	0	0	2	2
		sp.4	1	0	1	0	1	2
	Scoliidae	sp.1	0	0	0	1	0	1
	Sphecidae	sp.1	2	0	2	0	0	2
		sp.2	2	0	2	0	0	2
		sp.3	1	0	1	0	0	1
		sp.4	2	0	2	0	0	2
	Vespidae	sp.1	0	1	1	1	0	2
		sp.2	1	0	1	0	0	1
		sp.3	1	0	1	0	0	1
		sp.4	0	0	0	2	0	2
		sp.5	0	0	0	0	1	1
		sp.6	0	1	1	0	0	1
		sp.7	0	1	1	0	0	1
	TOTAL	135	1238	652	1890	350	208	558
ISOPTERA	Rhinotermitidae	sp.1	1	0	1	0	0	1
	Termitidae	sp.1	0	27	27	0	0	27
		sp.2	0	1	1	0	0	1
	TOTAL	3	1	28	29	0	0	29
LEPIDOPTERA	Gelechiidae	sp.1	1	0	1	1	0	2
	Hesperiidae	sp.1	0	0	0	1	0	1
		sp.2	0	0	0	1	0	1
		sp.3	1	0	1	0	0	1
	Noctuidae	sp.1	2	0	2	1	0	3
		sp.2	1	0	1	0	0	1
		sp.4	0	0	0	0	1	1
	Pieridae	sp.1	0	1	1	0	0	1
	Pterophoridae	sp.1	1	0	1	0	0	1
		sp.2	1	0	1	0	0	1
		sp.3	0	1	1	0	0	1
		sp.4	0	3	3	0	0	3
	Pyralidae	sp.1	0	0	0	2	1	3

	Satyriidae	sp.1	2	0	2	0	0	0	2
	Forma imatura		1	0	1	0	3	3	4
	TOTAL	14	10	5	15	6	5	11	26
MANTODEA	Mantidae	sp.1	2	0	2	0	0	0	2
ODONATA	Libellulidae	sp.1	0	1	1	0	0	0	1
		sp.2	1	0	1	0	0	0	1
	TOTAL	2	1	1	2	0	0	0	2
ORTHOPTERA	Acrididae	sp.1	1	3	4	0	0	0	4
		sp.2	9	1	10	0	0	0	10
		sp.3	1	2	3	0	0	0	3
		sp.4	3	0	3	0	0	0	3
		sp.5	1	0	1	0	0	0	1
		sp.6	1	0	1	0	0	0	1
		sp.7	0	1	1	0	0	0	1
	Gryllidae	sp.1	5	2	7	0	0	0	7
		sp.2	31	66	97	0	1	1	98
		sp.3	6	2	8	0	0	0	8
		sp.4	1	0	1	0	0	0	1
		sp.5	6	3	9	0	0	0	9
		sp.6	2	0	2	0	0	0	2
		sp.7	3	0	3	0	0	0	3
		sp.8	1	0	1	0	0	0	1
		sp.9	0	4	4	0	0	0	4
		sp.10	0	1	1	0	0	0	1
		sp.11	0	2	2	0	0	0	2
		sp.12	1	0	1	0	1	1	2
		sp.13	1	0	1	0	0	0	1
	Tettigonidae	sp.1	0	1	1	0	0	0	1
		sp.2	0	2	2	0	0	0	2
		sp.3	1	0	1	1	0	1	2
	TOTAL	23	74	90	164	1	2	3	167
PHASMATODEA	Heteronemiidae	sp.1	1	0	1	0	0	0	1
		sp.2	0	4	4	0	0	0	4
	TOTAL	2	1	4	5	0	0	0	5
THYSANOPTERA	Thripidae	sp.1	1	3	4	0	170	170	174
THYSANURA	Lepismatidae	sp.1	2	0	2	0	0	0	2
		sp.2	3	4	7	0	0	0	7
		sp.3	1	5	6	0	0	0	6
	TOTAL	3	6	9	15	0	0	0	15
	TOTAL GERAL	378	2016	3360	5376	774	3187	3961	9339

A abundância da entomofauna geral não diferiu entre os ambientes ($F_{1, 18} = 1,78$; $p = 0,18$), (Fig.5). Houve diferença entre os períodos de coleta ($F_{1, 38} = 11,96$; $p = 0,001$), com maior abundância de insetos no período de maturação da soja em comparação com o período de floração (Fig. 6). Não houve interação entre os tipos de ambiente e o período de coleta ($F_{3, 36} = 3,29$; $p = 0,078$).

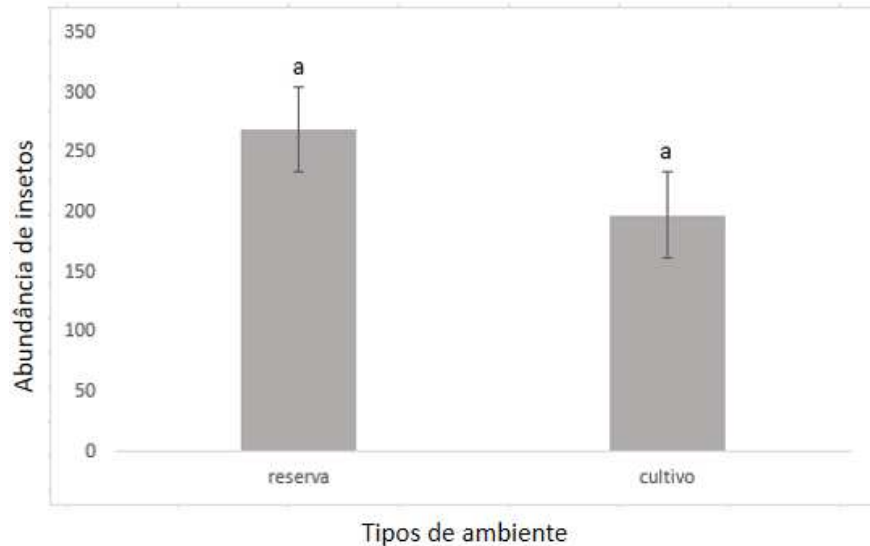


Figura 5. Abundância de insetos em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras iguais indicam falta de significância estatística entre os tratamentos.

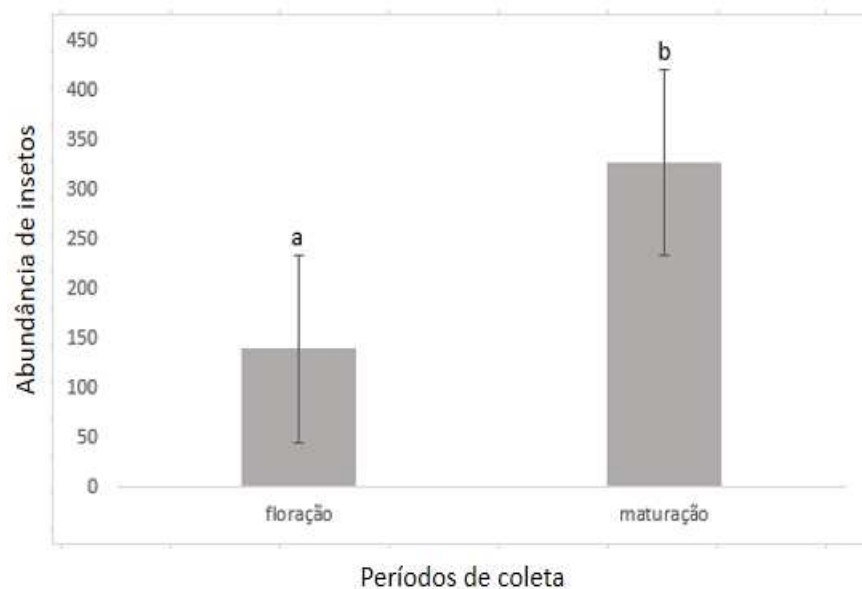


Figura 6. Abundância de insetos coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos.

5.1.2 Riqueza geral dos insetos

A ordem Hymenoptera apresentou a maior riqueza absoluta, com 19 famílias e 135 morfoespécies, seguida pela ordem Coleoptera (16 famílias e 83 morfoespécies), Diptera (16 famílias e 66 morfoespécies) e Hemiptera (14 famílias e 41 morfoespécies). As famílias que apresentaram maior riqueza absoluta foram: Formicidae (Hymenoptera) com 86 morfoespécies; Cicadellidae (Hemiptera) com 18 morfoespécies; Scarabaeidae (Coleoptera) com 14 morfoespécies; Staphylinidae (Coleoptera) com 13 morfoespécies; e Gryllidae (Orthoptera) com 13 morfoespécies (Tab.1).

As curvas de rarefação obtidas para a riqueza geral ($q = 0$), considerando-se todas as ordens coletadas, indicaram que a riqueza no ambiente de reserva e cultivo é significativamente diferente, pois não houve sobreposição dos intervalos de confiança (Fig. 7). As áreas de reserva tiveram maior riqueza de ordens, em comparação com as áreas de cultivo (Fig. 7). As curvas tenderam a estabilização, demonstrando que o esforço amostral foi suficiente para amostrar a riqueza dos ambientes.

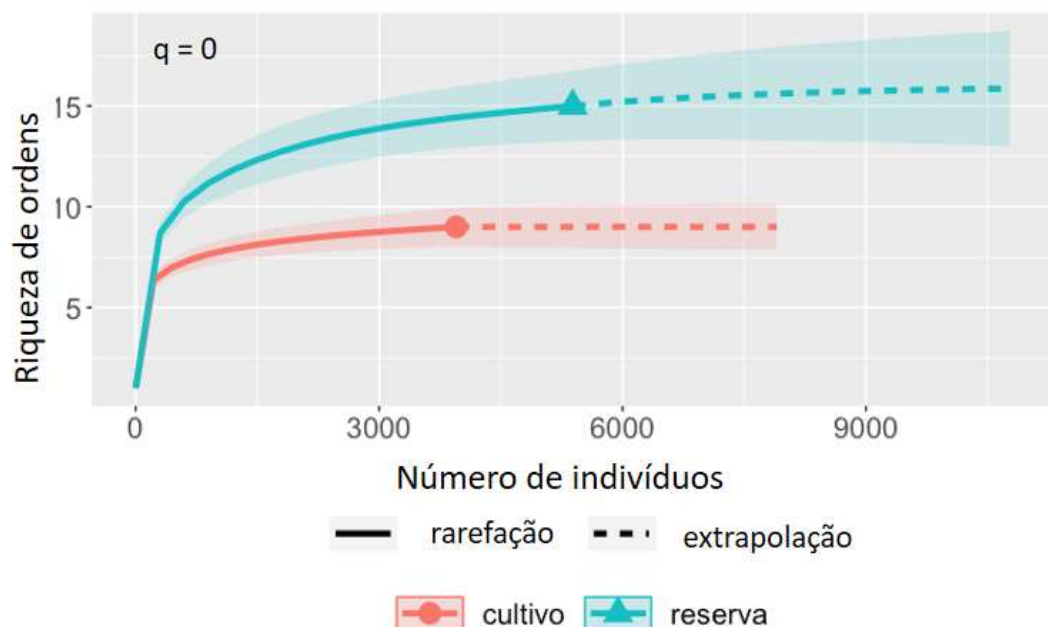


Figura 7. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de ordens de insetos amostrados em ambiente de cultivo de soja e reserva adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, representam o número de insetos e a riqueza de ordens observados.

Em relação a fase do cultivo, a riqueza da entomofauna geral não diferiu estatisticamente entre os períodos amostrados (Fig. 8), conforme pode ser observado pela sobreposição dos intervalos de confiança das curvas geradas para os períodos de floração e de maturação. A curva do período de maturação se estabilizou depois da amostra de referência, porém a de floração mostra ter potencial para maiores valores de riqueza, caso coletas adicionais fossem feitas (Fig. 8).

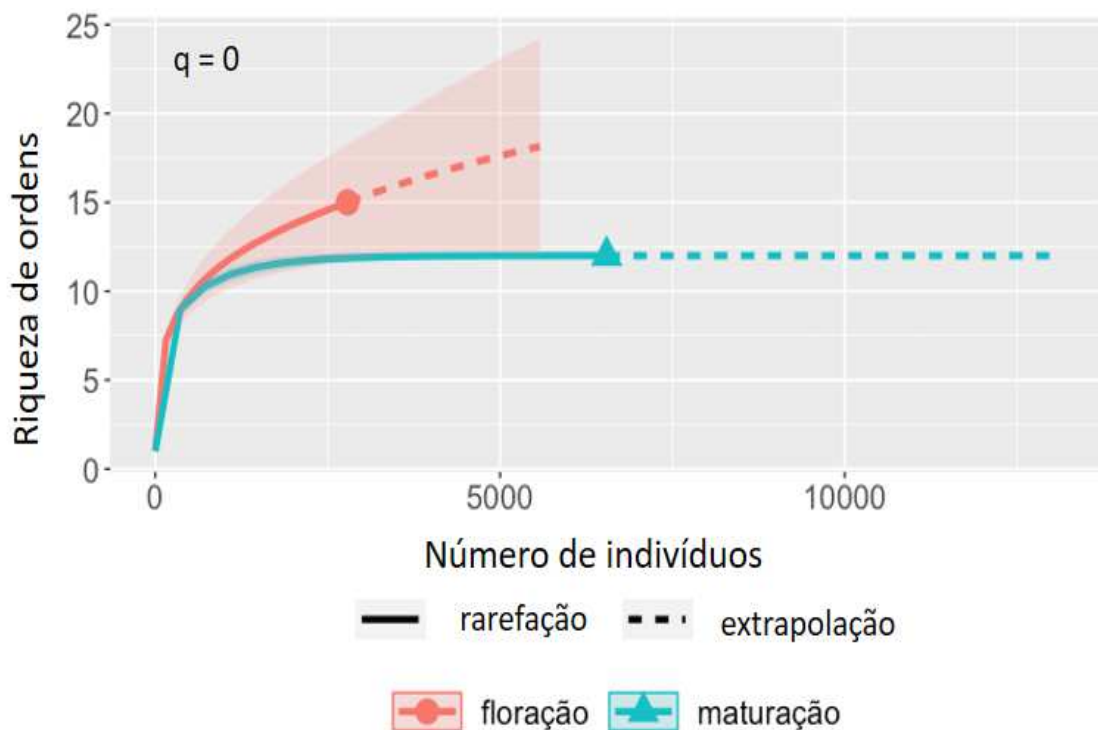


Figura 8. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de ordens de insetos amostrados em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, correspondem ao número de insetos e a riqueza de ordens observados.

5.1.3 Similaridade das comunidades de insetos

A análise de ordenação (NMDS) revelou que as comunidades de insetos dos dois tipos de ambientes diferiram entre si (Fig. 9). Esta distinção entre os ambientes com base na composição foi comprovada pela análise de similaridade (ANOSIM) ($R = 0,725$), indicando que as comunidades são distintas entre os ambientes.

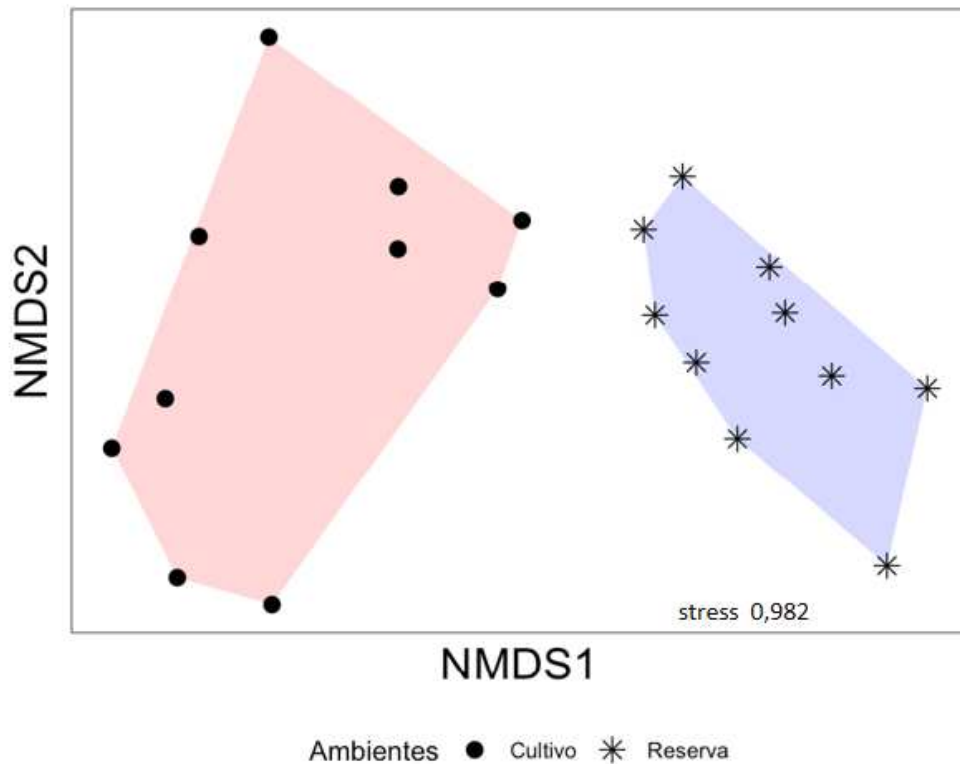


Figura 9. Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies de insetos para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA.

5.2 Composição e abundância da Ordem Hemiptera

5.2.1 Abundância de hemípteros

Foram coletados 4.459 hemípteros, sendo 2.147 (48,15%) provenientes das áreas de reserva e 2.312 (51,85 %) das áreas de cultivo de soja. Esses insetos foram classificados em 14 famílias e 41 morfoespécies. As famílias mais abundantes foram Aleyrodidae (4.136 indivíduos) e Cicadellidae (213 indivíduos) (Tab. 1).

No ambiente de reserva as famílias mais abundantes foram: Aleyrodidae (1.853 indivíduos) e Cicadellidae (206 indivíduos). Já no ambiente de cultivo a família mais abundante foi Aleyrodidae (2.283).

O tipo de ambiente não influenciou a abundância de insetos da ordem Hemiptera ($F_{1, 18}=0,08$; $p=0,774$) (Fig.10). No entanto, o período da coleta teve efeito significativo sobre a abundância de hemípteros ($F_{1, 38}=52,07$; $p<0,001$), com maiores abundâncias registradas no período de maturação (Fig.11), em comparação com o período de floração. Não houve interação entre os tipos de ambiente e o período de coleta ($F_{3, 36}=0,092$; $p=0,0764$).

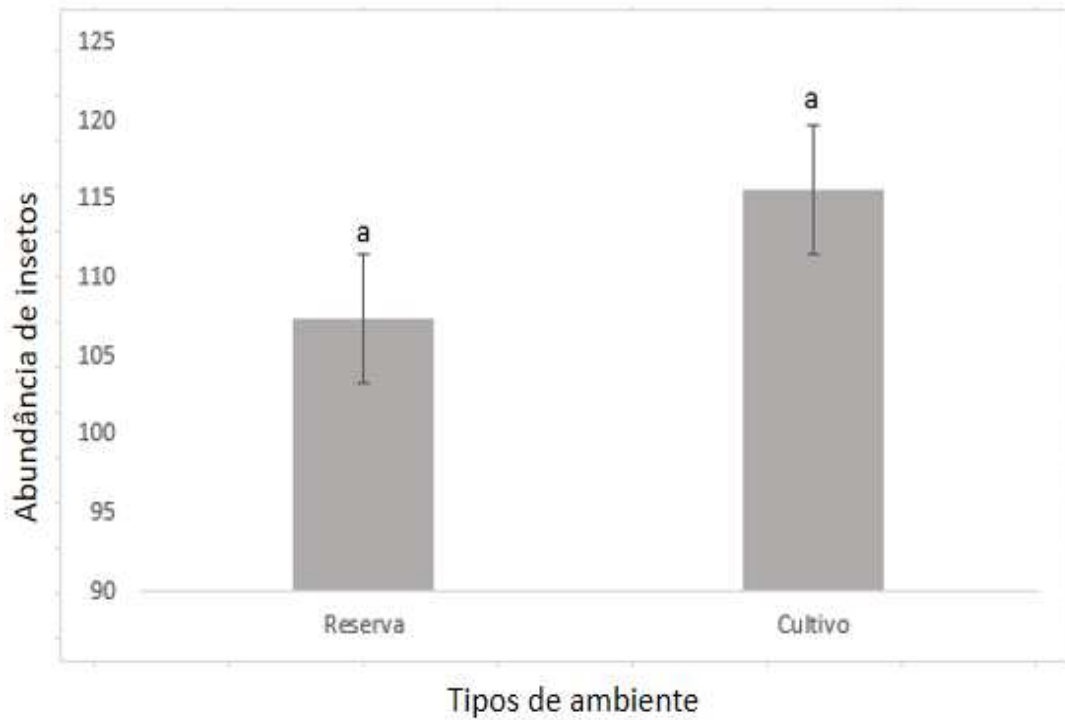


Figura 10. Abundância de hemípteros em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras iguais indicam falta de significância estatística entre os tratamentos.

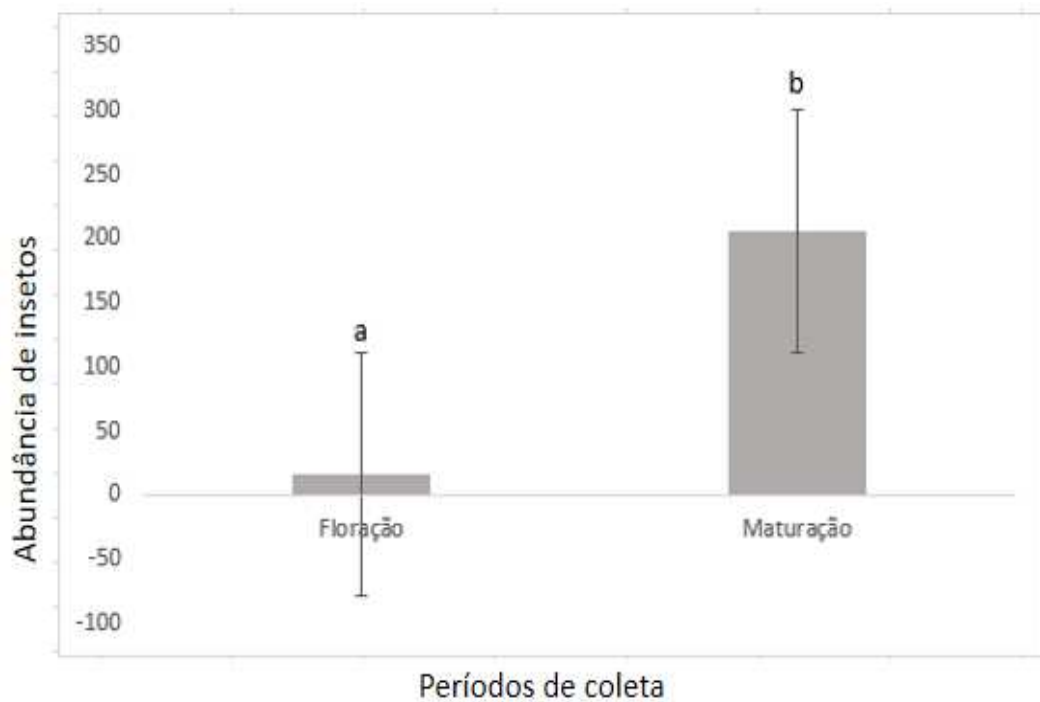


Figura 11. Abundância de hemípteros coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos.

5.2.2 Riqueza de hemípteros

As famílias de Hemiptera que apresentaram maior riqueza absoluta foram Cicadellidae (19 morfoespécies) e Cercopidae (8 morfoespécies). No ambiente de reserva as famílias com maior riqueza absoluta foram Cicadellidae (18 morfoespécies) e Cercopidae (8 morfoespécies). No ambiente de cultivo a família com maior riqueza absoluta foi Cicadellidae (3 morfotipos) (Tab.1).

As curvas de rarefação obtidas para a riqueza geral de Hemiptera mostraram que a riqueza de morfoespécies foi maior no ambiente de reserva em comparação com o cultivo (Fig. 12). As curvas não alcançaram a assíntota, sugerindo que a continuidade da amostragem iria acrescentar mais espécies para a área.

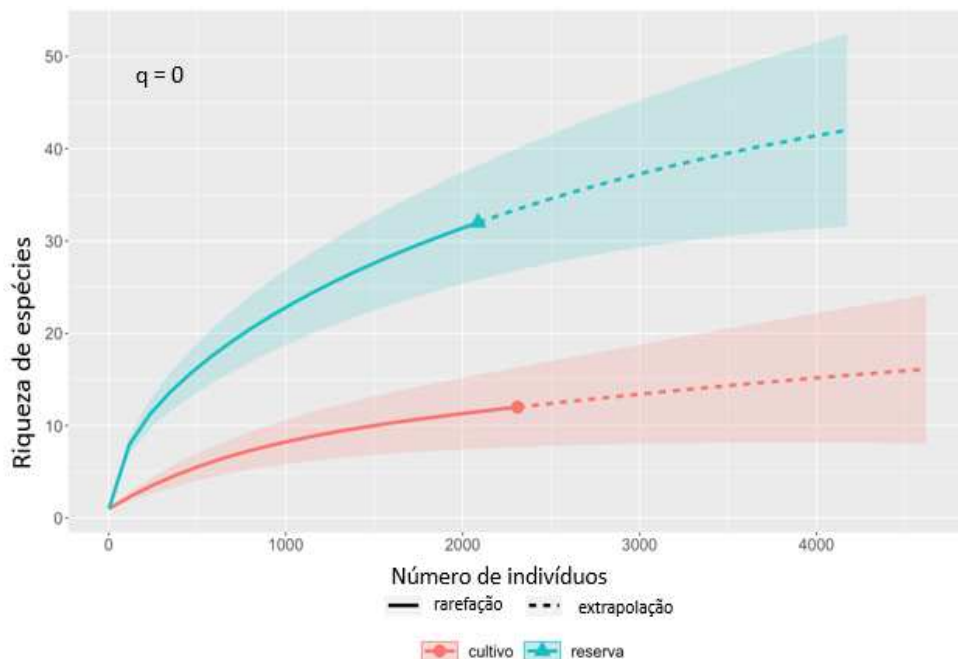


Figura 12. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de Hemiptera amostrados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, correspondem ao número de hemípteros e sua riqueza de morfoespécies observados.

A riqueza de morfoespécies de hemípteros foi maior no período de floração em comparação com o período de maturação. Entretanto, as curvas mostram ter potencial para maiores valores de riqueza, principalmente para o período de floração (Fig. 13).

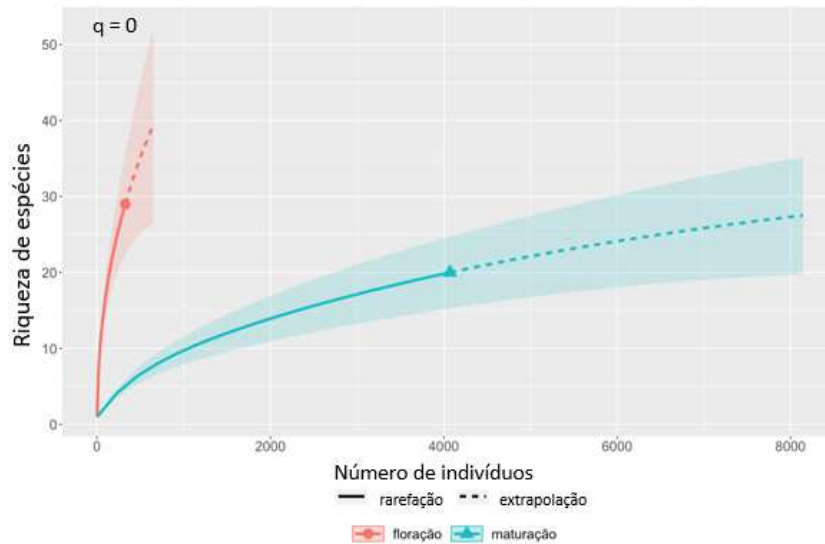


Figura 13. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de Hemiptera amostradas em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, correspondem ao número de hemípteros e sua riqueza de morfoespécies observados.

5.2.3 Similaridade das comunidades de hemípteros entre os ambientes estudados

A ordenação (NMDS) demonstrou que houve uma separação das comunidades de Hemiptera presentes no cultivo e na reserva no plano Horizontal (NMDS 1) (Fig.14), comprovada pelo ANOSIM (R Global = 0,616), demonstrando que as comunidades são distintas entre os ambientes.

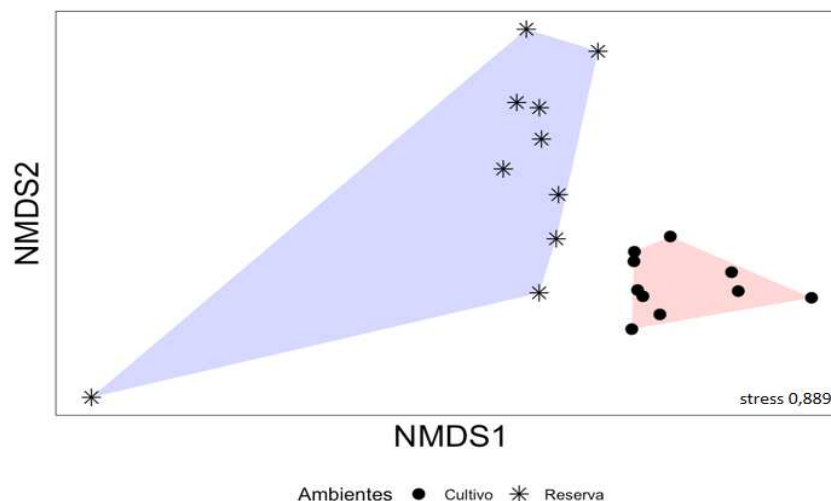


Figura 14. Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de

morfoespécies da ordem Hemiptera para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA.

5.3 Composição e abundância da Ordem Hymenoptera

5.3.1 Abundância de himenópteros

Foram coletados 2.448 himenópteros, sendo 1.890 (77,2%) provenientes das áreas de reserva e 558 (22,8 %) das áreas de cultivo de soja. Esses insetos foram classificados em 19 famílias e 135 morfoespécies (Tab. 1). As maiores abundâncias foram registradas para as famílias Formicidae (2.331 indivíduos), Ceraphronidae (30 indivíduos) e Apidae (17 indivíduos) (Tab.1).

No ambiente de reserva as famílias mais abundantes foram: Formicidae (1.833 indivíduos), Pteromalidae (12 indivíduos). Já no ambiente de cultivo as famílias mais abundantes foram Formicidae (498 indivíduos) e Ceraphronidae (30 indivíduos).

A abundância de himenópteros diferiu entre os ambientes ($F_{1, 18}=8,38$; $p=0,006$) sendo maior na reserva em comparação com o cultivo (Fig.15). Não houve diferença entre os períodos de coleta ($F_{1, 38} = 2,39$; $p=0,1302$), (Fig.16), assim como não houve interação entre os tipos de ambiente e o período de coleta ($F_{3, 36} = 0,02$; $p = 0,899$).

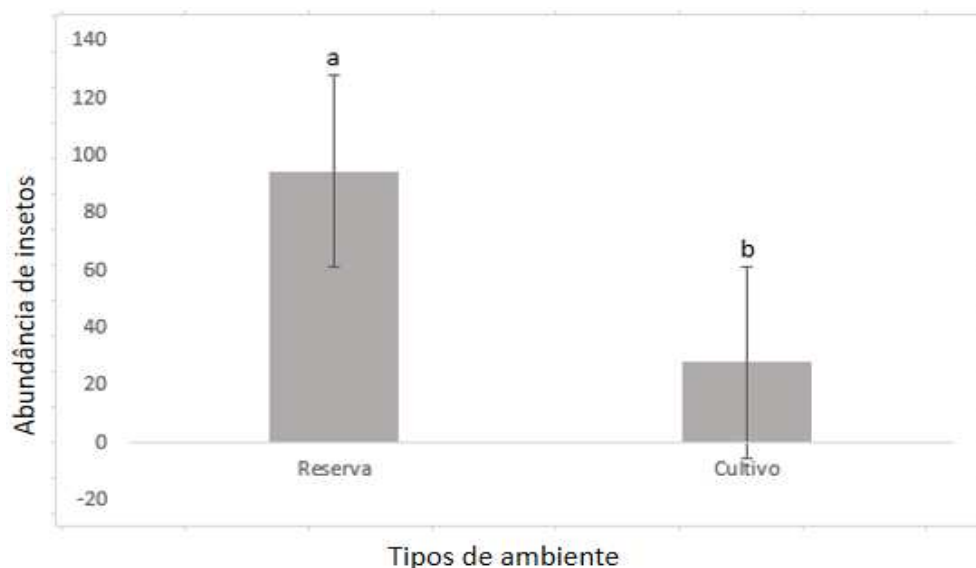


Figura 15. Abundância de himenópteros em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos.

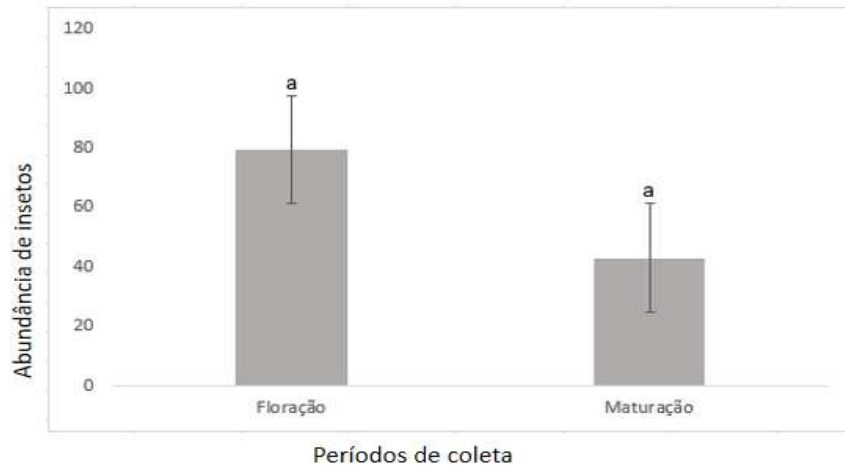


Figura 16. Abundância de himenópteros coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras iguais indicam falta de significância estatística entre os tratamentos.

5.3.2 Riqueza de himenópteros

As famílias da ordem Hymenoptera com maior riqueza absoluta de espécies foram: Formicidae (86 morfoespécies), Apidae (10 morfoespécies) e Vespidae (7 morfoespécies). No ambiente de reserva as famílias com maior riqueza absoluta foram Formicidae (83 morfoespécies), Apidae (5 morfoespécies), e Vespidae (5 morfoespécies). No ambiente de cultivo as famílias com maior riqueza absoluta foram Formicidae (25 morfoespécies) e Apidae (5 morfoespécies) (Tab.1).

A riqueza de morfoespécies de himenópteros diferiu estatisticamente entre os dois ambientes estudados e foi maior para o ambiente de reserva em comparação com o cultivo (Figura 17).

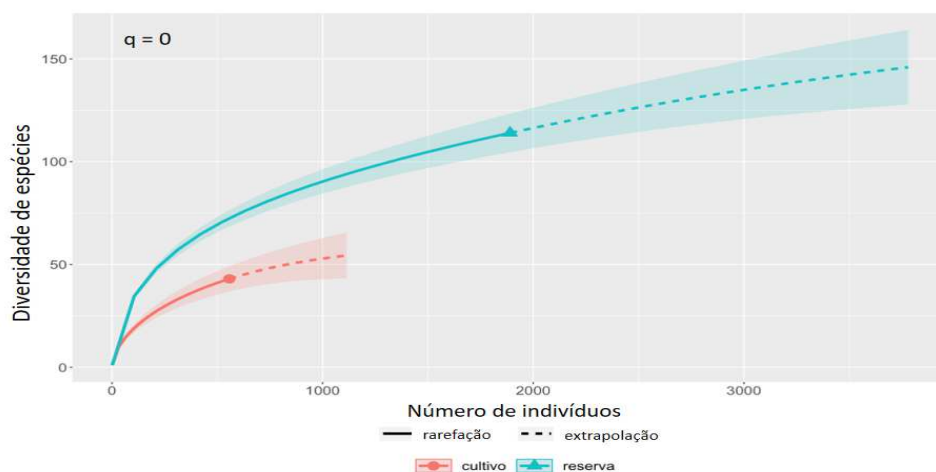


Figura 17. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os

números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de Hymenoptera amostrados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, correspondem ao número de himenópteros e sua riqueza de morfoespécies observados.

A riqueza de morfoespécies da ordem Hymenoptera não diferiu estatisticamente para os dois períodos de coleta, como pode ser observado pela sobreposição dos intervalos de confiança das curvas para os períodos de floração e maturação (Fig.18). As curvas não se estabilizaram, tanto em relação ao ambiente, quanto ao período amostrado.

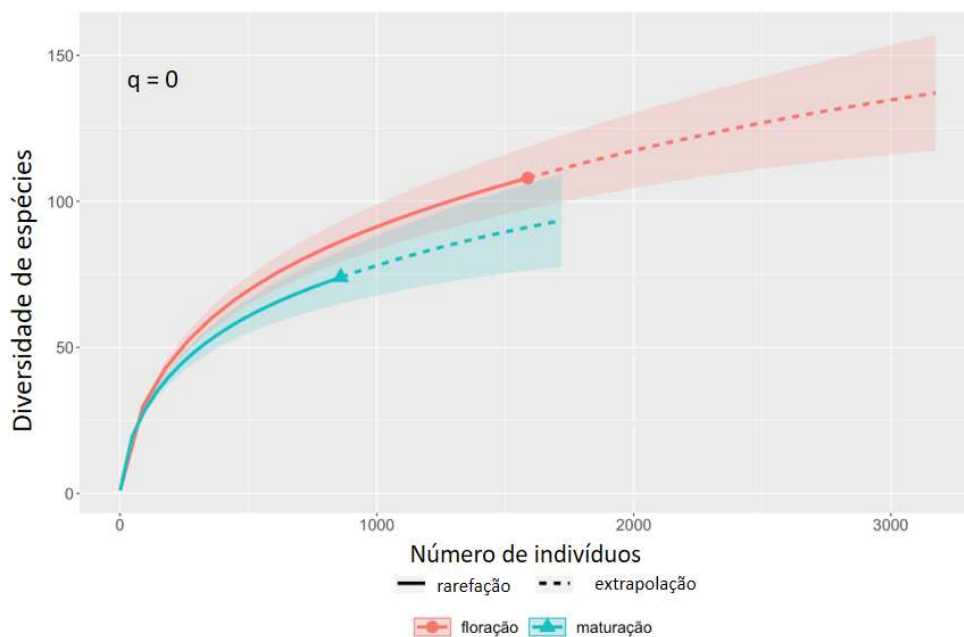


Figura 18. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de Hymenoptera amostradas em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos correspondem ao número de himenópteros e sua riqueza de morfoespécies observados.

5.3.3 Similaridade das comunidades de himenópteros entre os ambientes estudados

A NMDS demonstrou que houve separação entre as comunidades de insetos da ordem Hymenoptera da reserva e do cultivo no plano Horizontal (NMDS 1) (Fig. 19). O valor de R global para o ANOSIM ($R = 0,666$) confirmou que as comunidades são distintas entre os ambientes.

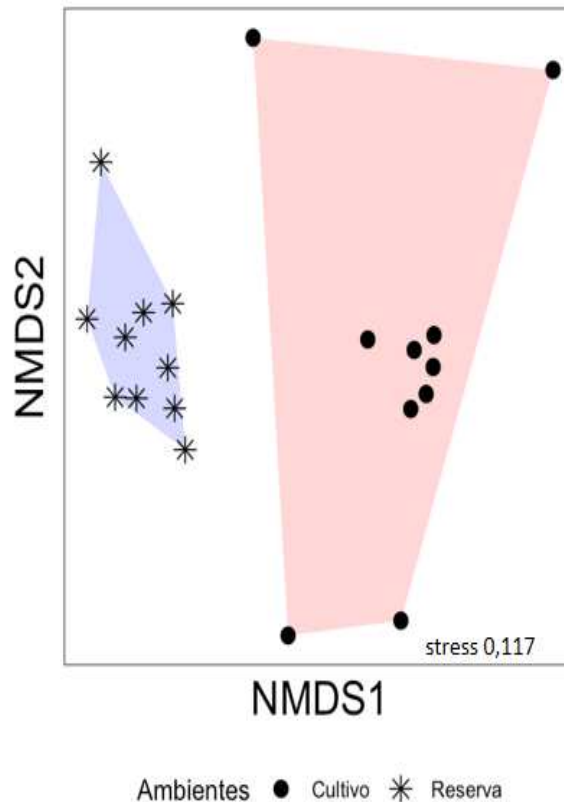


Figura 19. Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies da ordem Hymenoptera para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA.

5.4 Composição e abundância da Ordem Diptera

5.4.1 Abundância de dípteros

Foram coletados 1.207 dípteros, sendo 526 (43,6%) provenientes das áreas de reserva e 681 (56,4 %) das áreas de cultivo de soja. Esses insetos foram classificados em 16 famílias e 61 morfoespécies (Tab. 1). As maiores abundâncias de dípteros foram registradas para as famílias Chloropidae (464 indivíduos), Sciaridae (220 indivíduos), Dolichopodidae (216 indivíduos) e Cecidomyiidae (115 indivíduos) (Tab.1).

No ambiente de reserva, as famílias mais abundantes foram: Dolichopodidae (170 indivíduos); Chloropidae (113 indivíduos); e Cecidomyiidae (107 indivíduos). No ambiente de cultivo destacaram-se: Chloropidae (351 indivíduos), Sciaridae (201 indivíduos) e Dolichopodidae (46 indivíduos).

A abundância de dípteros não foi influenciada pelo tipo de ambiente ($F_{1, 18} = 0,71$; $p=0,404$), (Fig. 20). Entretanto, o período de coleta afetou a abundância ($F_{1, 38} = 19,56$; $p<0,001$), de modo que um maior número de indivíduos foi coletado no período de maturação

em comparação com o período de floração (Fig. 21). Não houve interação entre os tipos de ambiente e o período de coleta ($F_{3, 36} = 0,14$; $p = 0,705$).

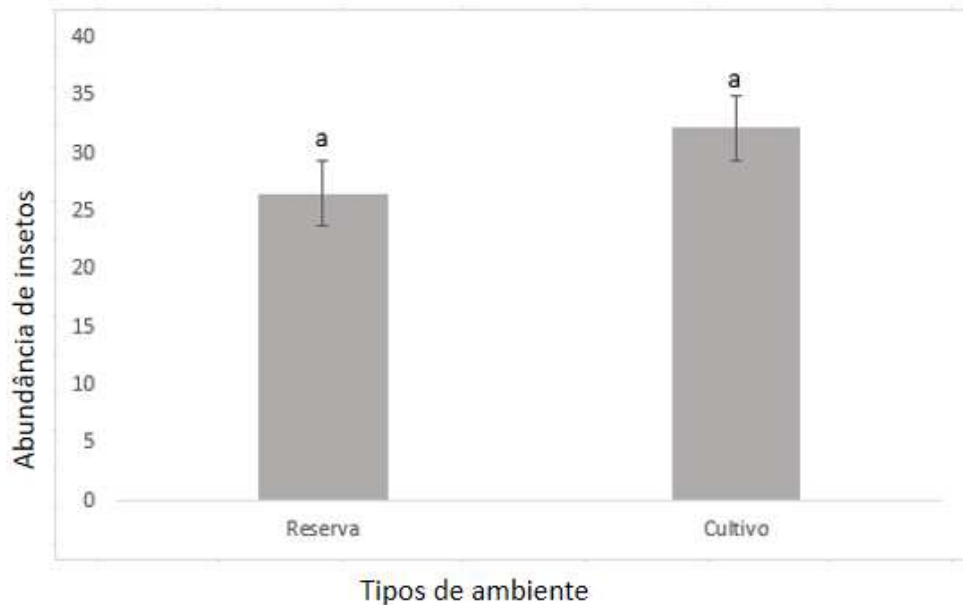


Figura 20. Abundância de dípteros em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras iguais indicam falta de significância estatística entre os tratamentos.

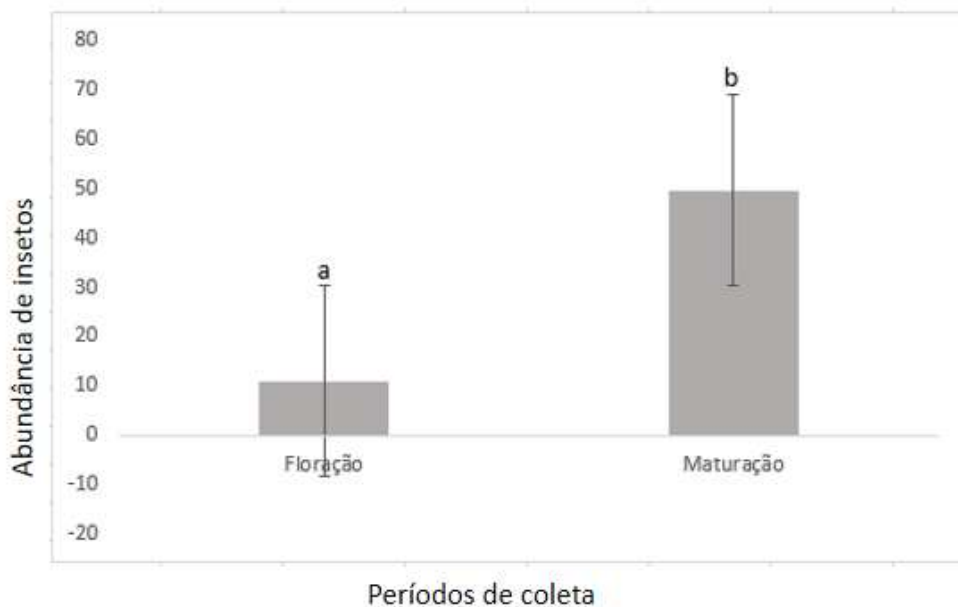


Figura 21. Abundância de dípteros coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos.

5.4.2 Riqueza de dípteros

As famílias de Diptera que apresentaram maior riqueza absoluta foram Chloropidae (12 morfoespécies), Cecidomyiidae (8 morfoespécies), Scaptosidae (6 morfoespécies), e Phoridae (6 morfoespécies). No ambiente de reserva, as famílias com maior riqueza absoluta foram: Chloropidae (9 morfoespécies); Cecidomyiidae (6 morfoespécies) e Dolichopodidae (5 morfoespécies). No ambiente de cultivo destacaram-se: Chloropidae (6 morfoespécies) e Dolichopodidae (5 morfoespécies) (Tab.1).

As curvas de rarefação obtidas para a riqueza de espécies da ordem Diptera ($q = 0$) entre os dois ambientes amostrados tiveram uma pequena sobreposição nos intervalos de confiança quando projetadas para o dobro do tamanho da amostra, não mostrando claramente uma diferença de riqueza nos dois ambientes (Fig. 22).

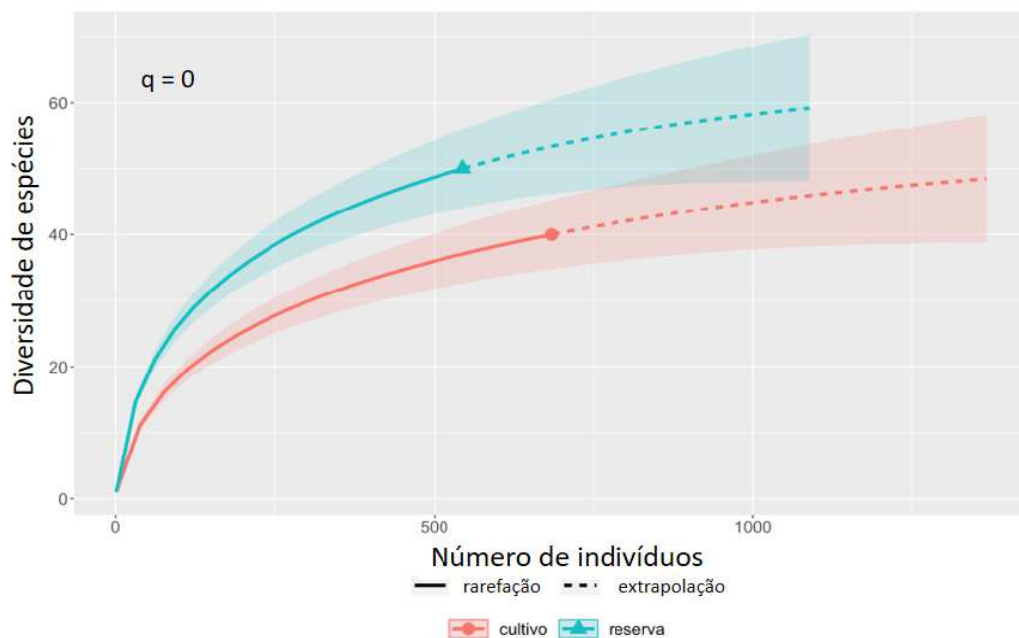


Figura 22. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de Diptera amostrados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, correspondem ao número de dípteros e sua riqueza de morfoespécies observados.

A riqueza de morfoespécies de Diptera não diferiu para os dois períodos de coleta, o que pode ser observado pela sobreposição das curvas para os períodos de floração e maturação (Fig. 23). As curvas não alcançaram assíntota, tanto em relação aos ambientes, quanto em relação aos períodos amostrados.

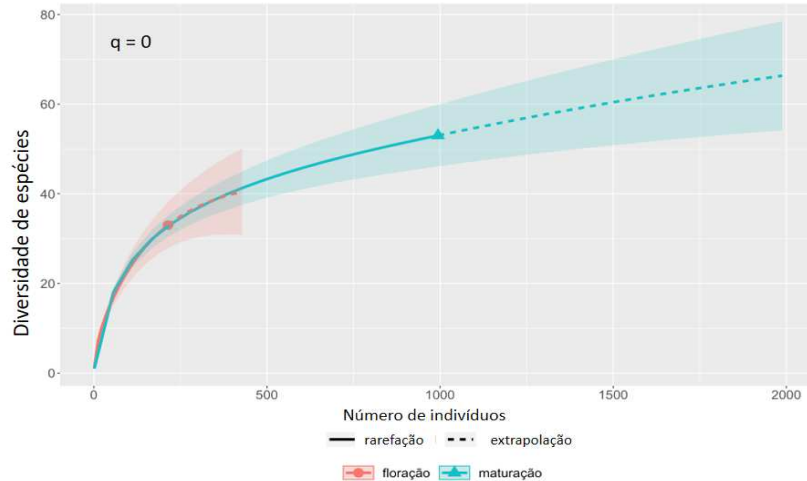


Figura 23. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de Diptera amostradas em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, correspondem ao número de dípteros e sua riqueza de morfoespécies observados.

5.4.3 Similaridade das comunidades de dípteros entre os ambientes estudados

A NMDS demonstrou que as comunidades de Diptera da reserva e do cultivo praticamente se separaram no plano Horizontal (NMDS 1) (Fig. 24). O valor de R para o ANOSIM ($R = 0,555$), confirma que há diferenças na composição de espécies entre os dois tipos de habitat.

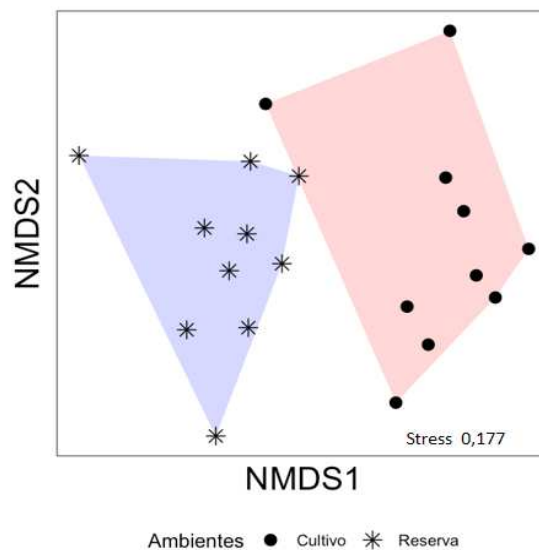


Figura 24. Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies da ordem Diptera para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA.

5.5 Composição e abundância da Ordem Coleoptera

5.5.1 Abundância de coleópteros

Foram coletados 742 coleópteros, sendo 548 (73,85 %) provenientes das áreas de reserva e 194 (25,25 %) das áreas de cultivo de soja. Esses insetos foram classificados em 16 famílias e 83 morfoespécies. As maiores abundâncias de coleópteros foram registradas para as famílias Nitidulidae (389 indivíduos), Curculionidae (72 indivíduos), Scarabaeidae (67 indivíduos) e Carabidae (61 indivíduos) (Tab. 1).

No ambiente de reserva, as famílias mais abundantes foram Nitidulidae (270 indivíduos), Curculionidae (69 indivíduos), Scarabaeidae (62 indivíduos) e Staphylinidae (51 indivíduos). Já no ambiente de cultivo, as famílias mais abundantes foram Nitidulidae (119 indivíduos) e Carabidae (52 indivíduos).

Tanto o tipo de ambiente ambientes ($F_{1, 18} = 14,41$; $p < 0,001$) quanto o período de coleta ($F_{1, 38} = 9,87$; $p = 0,003$) influenciaram a abundância de insetos da ordem Coleoptera. Os coleópteros foram mais abundantes na reserva e durante período de floração da soja, em comparação com o cultivo e período de maturação, respectivamente (Fig. 25 e 26). Não houve interação entre os tipos de ambiente e o período de coleta ($F_{3, 36} = 0,74$; $p = 0,394$) para a abundância de coleópteros.

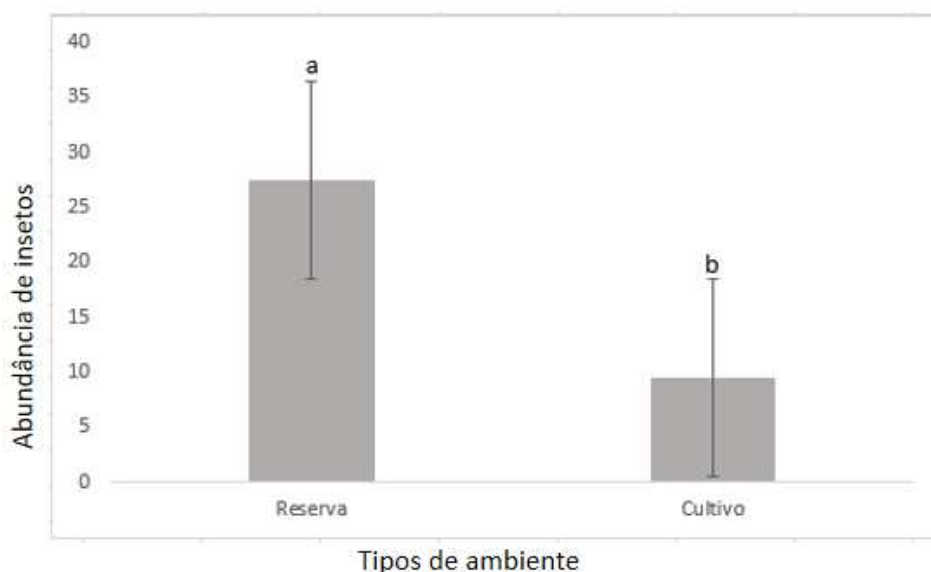


Figura 25. Abundância de coleópteros em função dos ambientes de estudo: reserva e cultivo, no município de Balsas-MA. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos.

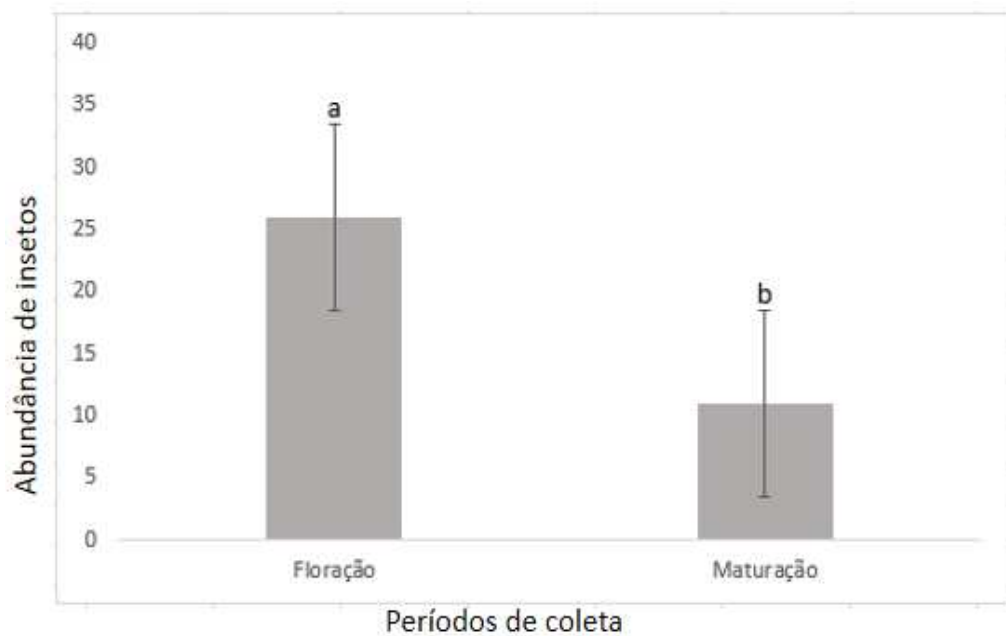


Figura 26. Abundância de coleópteros coletados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente em função do período da coleta: Floração e Maturação. ANOVA seguida de análise de contraste *a posteriori* ($P < 0,05$). Média \pm erro padrão apresentado. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos.

5.5.2 Riqueza de coleópteros

As famílias de Coleoptera que apresentaram maior riqueza absoluta foram: Scarabaeidae (14 morfoespécies); Staphylinidae (13 morfoespécies); Curculionidae (11 morfoespécies) e Chrysomelidae (9 morfoespécies). No ambiente de reserva as famílias com maior riqueza absoluta foram Scarabaeidae (14 morfoespécies), Staphylinidae (12 morfoespécies), Curculionidae (10 morfoespécies) e Chrysomelidae (9 morfoespécies). No ambiente de cultivo, as famílias com maior riqueza absoluta foram Carabidae (7 morfoespécies) e Nitidulidae (6 morfoespécies) (Tab.1).

As curvas de rarefação obtidas para a riqueza de morfoespécies da ordem Coleoptera ($q = 0$) se sobrepuseram, mostrando não haver diferença significativa de riqueza entre os ambientes estudados (Fig. 27). Resultado semelhante foi observado para as curvas plotadas em função do período de coleta (Fig. 28). As curvas não alcançaram a assíntota tanto em relação ao tipo de ambiente, quanto ao período de coleta, sugerindo que coletas adicionais aumentariam o número de espécies amostrada.

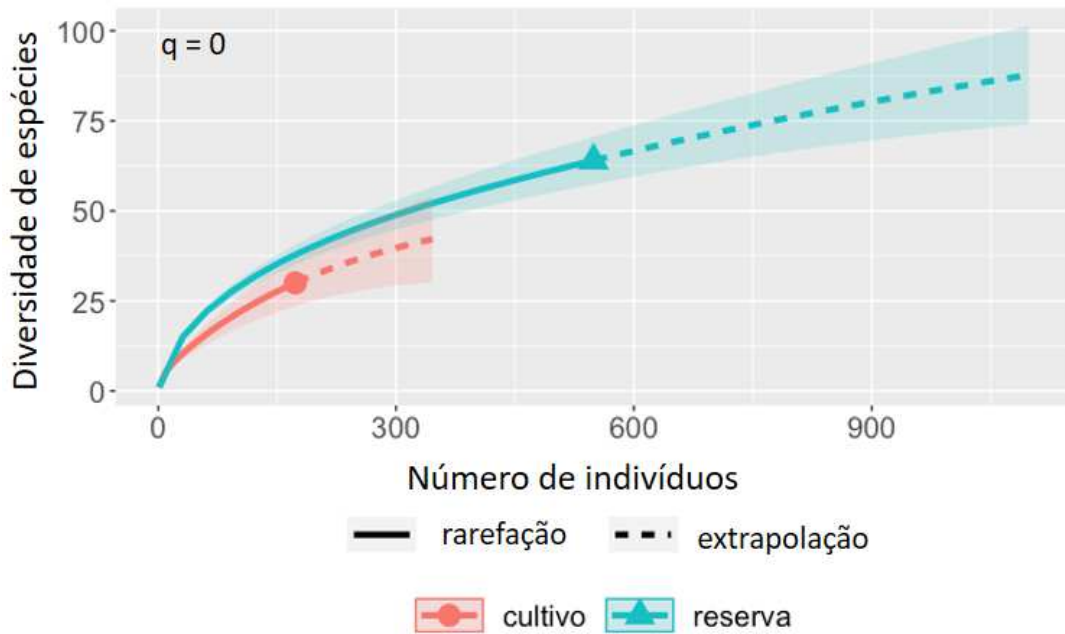


Figura 27. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$, representando o número de morfoespécies de Coleoptera amostrados em áreas de cultivo de soja e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, correspondem ao número de coleópteros e sua riqueza de morfoespécies observados.

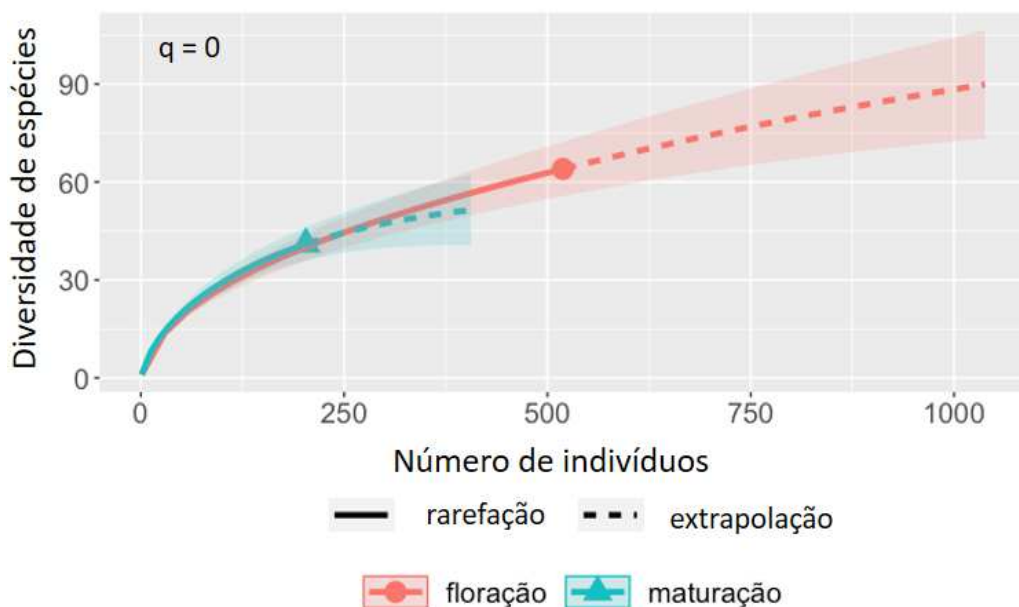


Figura 28. Curvas de rarefação (linhas contínuas) e extrapolação (linhas tracejadas) para os números de Hill $q = 0$ representando o número de morfoespécies de Coleoptera amostradas em dois períodos (floração e maturação dos cultivos de soja) em áreas de cultivo e reserva legal adjacente, no município de Balsas-MA. Os intervalos de confiança de 95% (área sombreada colorida que acompanha as linhas) foram obtidos através do método *Bootstrap*. As amostras de referência, indicadas pelos pontos sólidos coloridos, correspondem ao número de coleópteros e sua riqueza de morfoespécies observados.

5.5.3 Similaridade das comunidades de coleópteros entre os ambientes estudados

A análise de ordenação (NMDS) para os insetos da ordem Coleoptera demonstrou que a composição da comunidade diferiu entre o cultivo e a reserva (Fig. 29). Este padrão foi confirmado pela análise de similaridade (ANOSIM, $R = 0,736$) indicando que as comunidades de Coleoptera são distintas nos dois ambientes estudados.

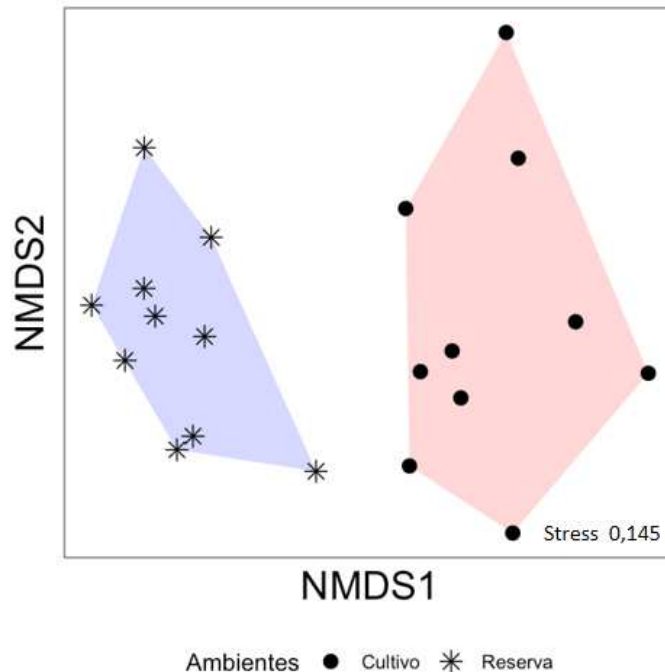


Figura 29. Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado na composição de morfoespécies da ordem Coleoptera para os 20 pontos amostrais nos ambientes de reserva e cultivo para o município de Balsas-MA.

6 DISCUSSÃO

6.1 Composição e abundância da entomofauna geral

De modo geral, a riqueza de espécies foi maior nas áreas de reserva em comparação com as áreas de cultivo, exceto para as ordens Coleoptera e Diptera cuja riqueza não diferiu entre os ambientes, enquanto o período de coleta não influenciou a riqueza, exceto para a ordem Hemiptera, que foi mais rica no período de floração em comparação com a maturação. Já para os níveis de abundância, o período de coleta parece ter sido mais importante, uma vez que para a entomofauna geral e para duas ordens (Hemiptera e Diptera) não houve influência do tipo de ambiente, enquanto o período de coleta afetou as abundâncias de todos os grupos, a

exceção de Hymenoptera. Assim, observa-se que a simplificação do habitat reduziu significativamente a riqueza dos insetos nos cultivos, mas não teve grandes efeitos sobre a abundância.

Esse estudo examinou dois ambientes bem distintos em sua estrutura. Enquanto o ambiente de reserva possui uma variedade grande de vegetação, habitats, esconderijos e microclimas, o ambiente de cultivo apresenta maior homogeneidade em relação a esses aspectos. A diversidade da vegetação é determinante para a presença, composição, riqueza e abundância das espécies (WISE, 1995; BORGES e BROWN, 2001; WOODCOCK e PIWELL, 2009, SOUSA et al., 2016). Entretanto, sabe-se que a ampla oferta de uma única espécie vegetal no cultivo de soja favorece o crescimento populacional de poucas espécies de animais que a utilizam como alimento (ROOT, 1973; KAREIVA, 1983) . Alguns insetos encontram nas plantações alimento constante e poucos predadores. Dessa maneira reproduzem-se intensamente e tornam-se pragas (MEDEIROS et al., 2010). Assim, esperava-se uma abundância maior de insetos nas áreas de cultivo, porque a tendência é que áreas mais simplificadas apresentem alta dominância de poucas espécies, com abundância elevada dessas poucas espécies (ALTIERI et al., 2007), o que não se observou nesse estudo. Provavelmente a aplicação de inseticidas e as variedades transgênicas devem ter contribuído para regulação dessas populações de pragas, com exceção das moscas brancas que são de difícil controle.

Já a fase do cultivo teve grande influência sobre a abundância de insetos, com o período de maturação da soja significativamente mais abundante do que o período de floração, para quase todos os grupos. Essa diferença se explica pela maior abundância de insetos herbívoros como as moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae), e os tripes (Thysanoptera: Thripidae). Moscas brancas dominaram os cultivos durante a maturação da soja. Embora sejam uma espécie generalista, e possam se alimentar de diferentes espécies de plantas, elas podem ter sido atraídas pela maior concentração de recursos nos ambientes de cultivo (ROOT, 1973; KAREIVA, 1983). Adicionalmente, o clima quente e úmido favorece o desenvolvimento de moscas brancas (MOREIRA e ARAGÃO, 2009), o que pode explicar seu aumento nos meses de fevereiro e março (época da maturação) visto que são os meses de maior pluviosidade e umidade na região de Balsas (PASSOS et al., 2017). Dípteros de famílias pouco estudadas como Chloropidae e Sciaridae, também mostraram aumento de abundância para esse período da coleta.

Uma maior riqueza de espécies de insetos era esperada para o ambiente de reserva pois paisagens com grande variedade de cobertura vegetal, em geral, tendem a ter maior riqueza e diversidade de espécies do que paisagens mais simples (SCHMIDT et al. 2008;

TSCHARNTKE et al. 2012; MORENO et al., 2014), como predito pela hipótese da heterogeneidade ambiental (BAZZAZ, 1975; TEWS et al 2004). Habitats heterogêneos fornecem maior variedade de micro-habitats, maior amplitude microclimática e mais oportunidades de refúgios contra os inimigos naturais (SANDERS et al., 2008) possibilitando que mais espécies coexistam e, conseqüentemente, que a diversidade alfa aumente.

A riqueza geral das ordens neste estudo foi significativamente maior no ambiente mais heterogêneo e diversificado, o que também foi constatado em outros trabalhos. Camargo (2001), monitorando a diversidade biológica e a composição de espécies de lepidópteros noturnos em áreas cultivadas e de reserva legal no município de Balsas durante os anos de 1996 a 2000, observou que as áreas de lavoura apresentaram menor riqueza de espécies em relação aos ambientes de cerrado e mata de galerias. Batista (2010) e Flores (2017), avaliando a riqueza de espécies de vespas e abelhas em vários tipos de uso da terra, mostraram que a simplificação do habitat tem efeitos negativos sobre a diversidade desses himenópteros. Fagundes et al (2011) analisando a diversidade, riqueza, abundância e similaridade da composição de espécies de Coleoptera na superfície do solo de cinco ambientes (floresta nativa, pastagem nativa, plantação de *Pinus elliottii*, plantação de *Eucalyptus saligna* e área degradada pelo uso do solo) no sul do Brasil, verificaram uma maior riqueza e abundância em mata nativa e menor riqueza e abundância em área degradada.

Ambientes agrícolas apresentaram menor riqueza de espécies. A prática da monocultura, o uso de agrotóxicos e práticas de manejo mecânico afetam a diversidade dessa comunidade e pode causar 'efeitos indiretos' através da deterioração do habitat, alterando ou removendo micro-habitats essenciais para reprodução ou outros processos da história de vida dos artrópodes (THORBEEK e BILDE, 2004). Outros estudos também demonstraram que a simplificação dos habitats reduz a diversidade em ambientes agrícolas. Por exemplo, Hendrickx et al. (2007), avaliando como a estrutura da paisagem, a intensidade do uso da terra e a diversidade de habitats afetam os componentes da diversidade total de artrópodes nas paisagens agrícolas, demonstraram que a riqueza total de espécies em paisagens agrícolas europeias temperadas diminui com o aumento da intensidade de manejo dos campos agrícolas e da estrutura da paisagem analisada. Friso (2016), avaliando os efeitos da conversão de áreas nativas do Cerrado, em sistemas agrícolas sobre a fauna de formigas, constatou que a expansão da agricultura reduz a diversidade de formigas, sendo esse efeito particularmente maior na soja do que em pastagens e áreas de agricultura orgânica.

Com relação ao período de coleta, a fase do cultivo (floração, maturação) não teve grande influência sobre a riqueza de espécies. Entretanto, sabe-se que a composição

taxonômica das comunidades de artrópodes na soja muda com a fenologia das culturas, ocorrendo uma rotatividade de herbívoros e inimigos naturais que exploram os recursos variáveis ao longo do desenvolvimento das plantas (ARAGÓN, 2002; DEGRANDE e VIVAN, 2012; GONLÁLEZ et al., 2016). Assim, esperava-se que em um período com menor disponibilidade de recursos florais, como é o caso da maturação, houvesse uma riqueza de espécies menor, quando comparado ao período com abundância de flores, o que não foi observado no nosso estudo. González et al. (2017), estudando os efeitos das florestas de Chaco Serrano sobre herbívoros, inimigos naturais e controle biológico de percevejos em soja, constataram que riqueza e abundância de artrópodes herbívoros e predadores aumentaram em paisagens com presença de alta cobertura florestal próxima, durante o florescimento da soja, e que a composição da comunidade de ambos os grupos funcionais também foi afetada pela cobertura florestal e pelo estágio fenológico da cultura.

Em relação a similaridade, observou-se que as comunidades de insetos dos dois tipos de ambientes diferiram entre si. Acredita-se que esse resultado esteja relacionado à diferença estrutural (vegetação, serapilheira do solo, microclimas) que essas áreas possuem, conforme já discutido antes sobre a riqueza de espécies, e são fatores importantes para a estruturação e formação da composição de uma comunidade de insetos (UETZ, 1979; WISE, 1995; BORGES e BROWN, 2001). As práticas agrícolas intensivas interferem na composição das comunidades de insetos e são provavelmente responsáveis por certa homogeneização da fauna dos agroecossistemas (DIAS et al., 2008). As espécies de insetos, por exemplo, que conseguem persistir nos sistemas agrícolas geralmente são caracterizadas por serem de hábito generalista e/ou apresentarem comportamento dominante (PACHECO et al. 2013). Já os insetos arborícolas, os predadores grandes e os especialistas, sofrem uma redução na sua ocorrência, com a conversão de áreas nativas em sistemas agrícolas (FRIZZO, 2016).

6.2 Composição e abundância da Ordem Hemiptera

Para os hemípteros, houve maior riqueza de espécies no ambiente de reserva e durante a floração da soja, enquanto para a abundância apenas o período de coleta influenciou os resultados, com uma maior quantidade de indivíduos no período de maturação da soja,

A maior abundância de hemípteros no período de maturação da soja, em comparação com a floração foi influenciada pela grande quantidade de moscas brancas (*Bemisia tabaci* biótipo B) presentes nas áreas de cultivo nesse período. Dominância de uma ou poucas espécies são esperadas em sistemas simplificados, como os monocultivos, e explosões

populacionais de herbívoros podem ocorrer em determinadas fases da fenologia das plantas (MEDEIROS et al., 2010). Nas últimas safras, a mosca branca tornou-se praga de importância econômica para a cultura da soja devido à ocorrência de altas infestações e à dificuldade de controle desta praga (VIEIRA et al., 2012). Sendo assim, é importante buscar alternativas de manejo com base em um programa de manejo integrado de pragas.

A maior riqueza de hemípteros no ambiente de reserva já era esperado, pois o ambiente de reserva de cerrado apresenta grande heterogeneidade de condições ambientais e oferta de recursos e, portanto, pode apresentar condições diversificadas e mais nichos disponíveis para o estabelecimento dos insetos (VIEIRA e MENDEL, 2002, TSCHARNTKE et al. 2012). Em contrapartida, a monocultura de soja não fornece condições ambientais similares às da mata para o estabelecimento de uma grande diversidade de hemípteros, pelo seu alto grau de perturbações, simplicidade estrutural e baixa diversidade vegetal (THORBEEK e BILDE, 2004, BIANCHI, 2006).

No entanto, em seu período de floração, as áreas de cultivo podem contribuir para a manutenção das espécies que conseguem fazer uma transição entre o ambiente natural e o manejado, aproveitando os recursos floríferos presentes, e retornando ao ambiente mais estável, neste caso, a área de reserva (TSCHARNTKE et al., 2016, GONZÁLEZ et al., 2016). É o que parece ser o caso dos hemípteros no nosso estudo que apresentaram maior riqueza nesse período. A proximidade com áreas mais estáveis, como fragmentos de floresta, pode auxiliar na manutenção das comunidades de insetos, que podem se refugiar e buscar recursos alimentares nos fragmentos em períodos de escassez alimentar nas áreas agrícolas (LANDIS et al., 2000; TSCHARNTKE et al., 2007; GONZÁLEZ et al., 2016).

Quanto a composição, as comunidades de hemípteros mostraram-se distintas nos dois ambientes estudado. O ambiente de reserva é um ambiente mais estável, heterogêneo e oferece recursos e abrigo o ano todo, enquanto o ambiente de cultivo, sendo temporário, apresenta condições e recursos favoráveis aos insetos apenas durante alguns meses, levando, assim, a uma maior rotatividade de espécies (THORBEEK e BILDE, 2004, GONZÁLEZ et al., 2016). De certo modo, com exceção das espécies invasoras, em tese, todas as espécies encontradas nos sistemas agrícolas são capazes de sobreviver nos sistemas nativos, no entanto, o inverso não é verdadeiro. Nas áreas de reserva existem muitas espécies únicas, que não são capazes de persistir em sistemas agrícolas em função de sua biologia (FRIZZO, 2016).

Neste estudo, as famílias de Hemiptera que se destacaram em abundância e/ou riqueza absoluta nos ambientes de cultivo e reserva foram Aleyrodidae, Cicadellidae e Cercopidae.

A família Aleyrodidae é constituída de insetos conhecidos popularmente como moscas brancas, que têm ampla distribuição geográfica, vivendo sobre grande número de plantas. Englobam aproximadamente 126 gêneros e mais de 600 espécies, tendo por hospedeiros espécies agrícolas, florestais, silvestres e ornamentais (PAN et al., 2012). Para o Brasil, foram registradas 126 espécies de moscas brancas (OLIVEIRA et al., 2005), dentre as quais, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell), *Aleurodicus cocois* (Curtis) e *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (OLIVEIRA et al., 2001).

Os aleirodídeos estão entre as mais importantes pragas mundiais e causam perdas diretas na produção de culturas de importância econômica (OLIVEIRA et al., 2005; PERRING, 2001; DE BARRO et al., 2011; LIU et al., 2012). Em geral, as moscas brancas apresentam características peculiares que favorecem o estabelecimento nas culturas, como o alto potencial reprodutivo, ausência de inimigos naturais eficientes e resistência a inseticidas (BROWN et al., 1995; VIEIRA et al., 2012). A monocultura de soja é um local atrativo para as moscas brancas pois oferece recursos concentrados e menor nível de controle natural de pragas, permitindo que elas alcancem altas taxas de colonização. A simplificação da paisagem reduz a abundância e a diversidade de inimigos naturais e propicia o aumento da abundância dos insetos-pragas em paisagens agrícolas homogêneas (RUSCH et al., 2016; TSCHARNTKE et al., 2016).

A família Cicadellidae é uma das dez maiores famílias de insetos e a maior família da ordem Hemiptera. Compreende insetos especializados em sugar tanto a seiva do xilema e floema como o conteúdo celular e são conhecidas popularmente como cigarrinhas (DIETRICH, 2005). Muitas espécies podem ser abundantes e ocasionar consideráveis danos à agricultura, tanto pela alimentação direta quanto pela transmissão de fitopatógenos aos cultivares (NIELSON, 1968). A família conta com aproximadamente 23.000 espécies descritas (DIETRICH, 2005). A fauna de Cicadellidae da Região Neotropical, composta por cerca de 5.000 espécies, é pobremente conhecida em comparação com a de outras regiões zoogeográficas, principalmente a Neártica e a Paleártica (MEJDALANI et al., 2009). Embora sejam espécies polífagas, de um modo geral, as cigarrinhas da família Cicadellidae não são consideradas pragas-chaves nos cultivos de soja, e normalmente causam poucos danos a esta cultura (SALVADORI et al., 2007).

Os insetos da família Cercopidae, conhecidos popularmente como cigarrinhas, cigarrinhas-das-pastagens, cigarrinhas-dos-canaviais, são insetos sugadores que se alimentam do xilema de diversas plantas vasculares (PALADINI et al., 2008). Estima-se que existam cerca de 150 gêneros e 1.500 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais

(LIANGE e WEBB, 2002). No Brasil, algumas dessas espécies são conhecidas por sua importância econômica, causando danos aos cultivos de café, ameixa, citros, plantações de cana-de-açúcar e pastagens (AZEVEDO-FILHO, 2007; PALADINI, 2008).. Não foram encontrados estudos relacionando esses insetos a cultura de soja.

6.3 Composição e abundância da Ordem Hymenoptera

Tanto a riqueza quanto a abundância de himenópteros foi maior na reserva, em comparação com o cultivo de soja, enquanto o período de coleta não influenciou nenhum desses dois parâmetros da comunidade.

Destacou-se na ordem Hymenoptera a influência do tipo de ambiente sobre a abundância e riqueza das espécies de himenópteros. Além da composição florística diversificada (SANTOS, 2007), outro fator que contribui para incrementar a riqueza e abundância de himenópteros, principalmente formigas, é o volume de serapilheira (FOWLER, 1991), que é geralmente maior em ambientes de vegetação natural, em comparação com monocultivos. Ramos et al. (2003) usaram formigas para estudar a qualidade conservativa de áreas de Cerrado preservadas e áreas submetidas a impactos antrópicos, encontrando menor número de espécies para o último caso. Cavalcante et al. (2018), caracterizando a diversidade de formigas predadoras em área de cultivo, borda e interior do Cerrado observaram maior diversidade de formigas predadoras na borda e interior do cerrado.

Esses estudos reforçam a importância da heterogeneidade de habitat para a conservação da biodiversidade e evidenciam a importância da manutenção de fragmentos de mata nas proximidades dos cultivos para a conservação de espécies de himenópteros, principalmente predadores. Santos et al. (2018), avaliando o efeito de fragmentos de florestas tropicais como habitats naturais na comunidade de formigas predadoras e onívoras em canaviais próximos observaram que a riqueza e a frequência das espécies de formigas diminuíram com o aumento da distância dos fragmentos florestais e que várias espécies de formigas foram limitadas a fragmentos florestais após a colheita, mas ocorreram no final da temporada também nos campos de cana-de-açúcar. Tal resultado confirma a potencial contribuição dos fragmentos para o processo de recolonização e, portanto, para o controle biológico de insetos pragas em áreas cultivadas. A manutenção de áreas nativas próxima aos cultivos, pode ser uma excelente estratégia para o sucesso do controle biológico natural e conservativo, evitando gastos com a importação, criação massal e liberação de inimigos naturais (TSCHARNTKE et al., 2016).

As comunidades de himenópteros não se mostraram similares quanto a composição de espécies (NMDS) nos dois ambientes. Áreas de vegetação nativa de cerrado apresentam algumas espécies únicas, que provavelmente são extintas quando ocorre a conversão destas em sistemas agrícolas (FRIZZO, 2016), modificando sua composição. Como a principal família coletada para essa ordem foi Formicidae, observa-se que alguns fatores podem ser limitantes para a colonização de uma área agrícola por formigas. Alguns autores destacam o local para nidificação como principal fator limitante, que pode ser, além do solo, serapilheira, galhos caídos sobre o solo e o estrato arbóreo arbustivo (PHILPOTT e FOSTER, 2005; ARMBRECHT et al., 2006).

A maior parte da abundância e riqueza da ordem Hymenoptera observada neste estudo é composta por indivíduos da família Formicidae. Formigas se destacam nos ecossistemas terrestres por sua ampla distribuição, alta riqueza e abundância de espécies (ALONSO et al., 2000; GRIMALDI e ENGEL, 2005). Essa família corresponde ao maior grupo de insetos sociais e é predominante na maioria dos ecossistemas terrestres, habitando desde regiões subpolares até o Equador, e em ilhas oceânicas, com exceção dos polos e dos mares (WILSON, 1987). As formigas apresentam diferentes hábitos alimentares, podendo ser predadoras, granívoras, nectarívoras, cortadeiras, onívoras, necrófagas, e portanto, são capazes de explorar as mais variadas fontes de recursos alimentares, nos mais variados tipos de habitat, para atender as necessidades básicas da colônia (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990; FOWLER et al. 1991).

As formigas têm importante papel no funcionamento dos ecossistemas, incluindo o ambiente agrícola, em função da habilidade desses organismos em manter ou restaurar a qualidade do solo (LOBRY DE BRUYN, 1999), transformar materiais orgânicos e incorporar nutrientes no solo (FOLGARAIT, 1998), além do controle de população de outros invertebrados (SILVA e BRANDÃO, 1999; SMEEDING e SNOO, 2003). Há também espécies consideradas importantes pragas agrícolas, como as formigas da tribo Attini, que funcionalmente atuam como herbívoras, cortando as folhas das plantas (HERNANDEZ e JAFFÉ, 1995; COSTA et al. 2008; ZANETTI et al. 2014), e outras espécies que se associam mutualisticamente com afídeos, atuando como “guardiãs” dessas pragas agrícolas (DELABIE 2001; STYRSK e EUBANKS, 2007).

A complexidade estrutural tem influência na superfície de forrageamento e na capacidade de captura de alimento pelos formicídeos. Della Lucia et al. (1982) e Andersen (2000) destacam que a estrutura do dossel, luminosidade e o espaçamento entre plantas podem afetar as comunidades de formigas. A mudança do ambiente de reserva para o

ambiente de cultivo causou uma grande redução na abundância e riqueza absoluta de espécies de formiga nesse estudo, confirmando seu potencial como família bioindicadora.

Outra família que se destacou em riqueza absoluta nos dois ambientes para a ordem Hymenoptera foi a Apidae. Abelhas são importantes componentes dos ecossistemas, atuando na polinização de plantas nativas e cultivadas (IMPERATRIZ-FONSECA e SILVA, 2010), incluindo a soja. Estudos relacionados as taxas de polinização cruzada na soja, demonstram que cerca de 2% de toda a fertilização cruzada, é mediada por abelhas polinizadoras (GAZZONI, 2017). Chiari et al. (2005), ao avaliarem o efeito da polinização das abelhas na produção e qualidade de sementes de soja, observaram que a produção de sementes foi significativamente maior em áreas com colônias de abelhas. Milfont (2012), ao investigar o uso de abelhas *Apis mellifera* para polinização e incremento de produtividade em várias cultivares de soja, concluiu que essa espécie pode elevar a produtividade em mais de 25% em cultivares adaptadas para o norte e nordeste do Brasil. Esses resultados nos permitem perceber a importância dos fragmentos de reserva na proximidade dos cultivos, nas áreas de coleta do presente estudo, pois os polinizadores dependem desses habitats naturais em paisagens agrícolas, para fornecer alimentos e habitat para nidificação e se beneficiam consistentemente de habitats naturais nos níveis local e paisagístico (SHACKELFORD et al., 2013).

6.4 Composição e abundância da Ordem Diptera

A riqueza e abundância de Diptera não diferiram em função dos ambientes e períodos de coleta, enquanto observou-se uma maior abundância de dípteros na coleta de maturação da soja. A composição da comunidade diferiu entre cultivo e reserva.

Neste estudo, observou-se a influência do período de coleta sobre a abundância de dípteros que aumentaram durante a maturação da soja. Esse aumento pode estar relacionado com a maior umidade do ar devido a abundância de chuva nos meses de fevereiro e março. Vários trabalhos evidenciam a influência de fatores ambientais, tais como a umidade relativa e pluviosidade, sobre a abundância e riqueza de dípteros (GONÇALVES et al., 2011; AZEVEDO e KRÜGER, 2013).

Embora a quantidade de morfoespécies tenha sido maior na reserva, não houve diferença estatística para a riqueza de díptera entre os dois ambientes. Da Mata e Tidon (2013) também perceberam que a riqueza de drosófilas não diferiu significativamente entre os habitats conservados e perturbados no cerrado, com a estabilização das curvas de rarefação.

Cabrini et al. (2013), registraram maior riqueza e diversidade de espécies de califorídeos em áreas com maior impacto antrópico (pastagens e plantações) na Mata Atlântica brasileira em comparação com ambientes mais preservados, como fragmentos florestais e floresta secundária.

Sabe-se que algumas moscas apresentam ampla capacidade de adaptação aos ambientes modificados pelo homem, e portanto podem se estabelecer em habitats manejados (LINHARES 1981; MULIERI et al., 2011), resultando em aumento na abundância e riqueza nesses locais (MULIERI et al., 2011). Adicionalmente, o fato dos ambientes não serem isoladas ou distantes um do outro pode ter favorecido o fluxo de indivíduos de um local para o outro. Dípteros são excelentes voadores e a proximidade da reserva permite que estes insetos migrem do ambiente de reserva para o ambiente de cultivo em busca de recursos, durante o ciclo da cultura (ALTIERI et al., 2003; BORTOLOTTO et al., 2016; SANTOS et al., 2018), diminuindo a diferença na riqueza de espécies entre os dois ambientes.

A análise de ordenação NMDS demonstrou separação entre as comunidades de Diptera da reserva e a comunidade do cultivo. O ambiente de reserva é mais estável e heterogêneo, oferecendo recursos e abrigo o ano todo, diferentemente do cultivo, que é um ambiente transitório e homogêneo, onde ocorre maior rotatividade de espécies (DIAS et al., 2008).

Neste estudo, destacaram-se por sua abundância e riqueza os dípteros das famílias Dolichopodidae, Chloropidae e Cecidomyiidae. Dolichopodidae é a quarta família mais numerosa de Diptera, contando com mais de 7.600 espécies viventes descritas em 255 gêneros (GRICHANOV, 2003-2016; POLLET e BROOKS, 2008). Em torno de 1.200 espécies e 75 gêneros ocorrem na Região Neotropical (GRICHANOV, 2003-2016; YANG et al., 2006). A maioria das espécies é predadora generalista de pequenos insetos e outros invertebrados de corpo mole, incluindo algumas espécies pragas como mosca-branca, tripes e ácaros (BICKEL, 2009; PAPE et al., 2009; SOUZA, 2017), e portanto podem estar associadas ao controle biológico natural nas áreas estudadas.

Apesar de Dolichopodidae ser uma família com muitas espécies, pouco se conhece sobre a diversidade de espécies associadas a ambientes agrícolas e como suas abundâncias estão distribuídas em diferentes habitats. Até recentemente, apenas uma espécie não identificada de *Condylostylus* tinha sido registrada em associação com sistemas agrícolas (TOGNI et al., 2010; HARTERREITEN-SOUZA et al., 2014; LUNDGREN et al., 2014). A presença de Dolichopodidae em maior abundância na reserva, mas também com boa representatividade nos cultivos, nesse estudo, sugere uma possível contribuição desses insetos

para o controle biológico de insetos praga nas lavouras de soja (p. ex. moscas-branca, tripes), o que precisaria ser averiguado em estudos subsequentes.

A família Chloropidae, possui cerca de 3000 espécies descritas em todo o mundo. Como ocorrem com frequência em habitats com presença de gramíneas, são geralmente conhecidos como moscas de capim (SABROSKY, 1989), também podendo ser encontradas na vegetação baixa de florestas. São frequentemente fitófagas, as larvas se alimentam principalmente de Poaceae, mas também podem atacar outras plantas, portanto, algumas delas são conhecidas como pragas de cereais. No entanto, algumas espécies são saprófitas e se alimentam de tecidos vegetais danificados por outros artrópodes (KARPA 2001; VON TSCHIRNHAUS 2002). Estudos para essa família são muito restritos, não havendo estudos associando essas moscas a cultivos de soja.

Cecidomyiidae é uma família bastante diversificada, podendo ser encontrada em todas as regiões zoogeográficas e totalizam cerca de 5400 espécies e 598 gêneros (GAGNÉ, 2004). A fauna dos Cecidomyiidae neotropicais ainda é pouco conhecida e inclui cerca de 500 espécies distribuídas em 170 gêneros. Os adultos são pequenos, variando de 1,0 a 5,0 mm de comprimento, têm vida efêmera e raramente se alimentam (GAGNÉ, 1989). A maioria das larvas é galhadora e muitas espécies são consideradas importantes pragas agrícolas, especialmente nas regiões Neártica e Paleártica (BARNES, 1956; FERNANDES, 1987, GAGNÉ, 2004). Nesse estudo, os insetos da família Cecidomyiidae estiveram mais relacionados ao ambiente de reserva, aparecendo com pouca intensidade nos cultivos.

6.5 Composição e abundância da Ordem Coleoptera

Os besouros foram mais abundantes na reserva e na coleta de floração da soja, entretanto a riqueza de coleópteros não diferiu entre os ambientes ou entre períodos de coleta. A composição da comunidade diferiu para os ambientes de cultivo e reserva.

Acredita-se, que a maior abundância de Coleoptera no ambiente de reserva se deu, como já mencionado anteriormente, em função da heterogeneidade ambiental que propicia maior oferta de nichos e maneiras de explorar recursos (TEWS et al., 2004) e mais abrigos para evitar predadores e condições ambientais adversas (KALLIMANIS et al. 2010). A maior abundância de Coleoptera, na coleta de floração da soja, pode estar associada ao ciclo fenológico da cultura que oferece recursos variáveis ao longo do desenvolvimento das plantas (ARAGÓN, 2002; PAZZINI et al., 2012) e pode se tornar mais atraente para diversas espécies de coleópteros podem usar o pólen das flores como alimento complementar da sua dieta

Vários trabalhos demonstram o efeito de variáveis ambientais na composição e estrutura da assembleia de coleópteros (NICHOLS et al. 2007, GARDNER et al. 2008, ALMEIDA e LOUZADA 2009; KORASAKI et al., 2013), e corroboram a hipótese de que o aumento da heterogeneidade de habitat promove aumento da riqueza de animais (BAZZAZ, 1975; TEWS, 2004), embora alguns estudos já tenham demonstrado que a heterogeneidade do habitat pode afetar negativamente a riqueza de coleópteros (DA SILVA et al., 2010). Entretanto, no nosso estudo, os tipos de ambiente não influenciaram a riqueza de espécies de coleópteros,.

Adicionalmente, o fato das fazendas adotarem o sistema de manejo plantio direto para o solo, pode ter favorecido a presença de coleópteros de solo no ambiente de cultivo (DA SILVA e CARVALHO, 2000; CIVIDANES, 2002; PACHECO LIMA et al., 2017) tornando-o favorável a esse grupo assim como ambiente de reserva. O sistema de plantio direto modifica as condições do agroecossistema, devido ao pouco distúrbio mecânico do solo e à permanência dos restos culturais sobre a superfície do mesmo (GASSEN, 1996; FIDELIS et al., 2003; PACHECO LIMA et al., 2017), que de certa forma pode “imitar” a serapilheira encontrada em áreas florestais. Essas modificações contribuem para o restabelecimento do equilíbrio biológico, pelo aumento em número, diversidade e atividade da fauna do solo nos centímetros superficiais (SILVA, 1994). Martins et al. (2009), ao analisarem a fauna de carabídeos e estafilínídeos e, a flutuação populacional das espécies dominantes em fragmento florestal e cultura de soja/milho sob sistemas de plantio direto e convencional, capturaram um maior número de espécies de carabídeos e estafilínídeos no plantio direto.

A ordem Coleoptera é uma das mais importantes indicadoras de qualidade ambiental (GRIMALDI e ENGEL, 2005), pois apresenta atributos importantes como elevada biodiversidade, capacidade de responder prontamente às alterações ocorridas nos habitats naturais ocasionadas pelas interferências antrópicas e pela elevada capacidade de reprodução (PEARSON, 1994). Adicionalmente, este é um grupo mais diverso de insetos, com famílias que desempenham diversos serviços ambientais importantes para o cultivo, como ciclagem de nutrientes e controle biológico, como é o caso de Scarabaeidae, Nitidulidae e Carabidae, que se destacaram em riqueza de espécies e/ou abundância neste estudo.

Os besouros da família Scarabaeidae são detritívoros (VAZ-DE-MELLO 1999, 2000), ou seja, promovem a remoção e reingresso da matéria orgânica no ciclo de nutrientes, aumentando a aeração do solo e prolongando a sua capacidade produtiva (MILHOMEM et al. 2003). Os escarabaeídeos são bons indicadores de qualidade ambiental (HALFFTER e FAVILA, 1993; LIMA, 2013; SILVA et al., 2014) e o fato de terem sido pouco amostrados

no ambiente de cultivo demonstra o efeito negativo da simplificação do habitat sobre essa família.

A família Nitidulidae foi a mais numerosa tanto em reserva quanto em cultivo. Essa família abriga pequenos besouros que medem entre 1,5 e 5,0 mm de comprimento, geralmente encontrados em substratos orgânicos como frutos em decomposição, carcaças de animais, flores e fungos; algumas de suas espécies são fitófagas ou predadoras (COSTA-LIMA, 1953; PENNY e ARIAS, 1982; TRIPLEHORN e JOHNSON, 2005). No Brasil, existem poucos estudos sobre os insetos dessa família (FERNANDES et al., 2012) mas nitidulídeos têm se mostrado comuns em levantamentos realizados, tanto em ambientes florestados quanto em ambientes antropizados (MEDRI e LOPES; 2001; IANTAS et al. 2010; CORREIA, 2018), o que sugere adaptabilidade a ambientes antropizados.

A família Carabidae inclui importantes espécies predadoras associadas ao solo (PFIFFNER e LUKA, 2000) que podem estar contribuindo para o controle biológico de pragas agrícolas (KROMP 1999; SUENAGA e HAMAMURA 2001; MARTINS et al., 2009; BERTI FILHO e MACEDO, 2011), uma vez que apresentou uma grande abundância e riqueza de morfoespécies no ambiente de cultivo. Os carabídeos são conhecidos como predadores polífagos, estando incluídos entre suas presas os afídeos, larvas de lepidópteros e lesmas (HOLLAND e LUFF 2000).

7 CONCLUSÕES

A simplificação de áreas de cerrado para monocultivos de soja, afetou negativamente a riqueza de insetos nas áreas estudadas, tendo em vista a maior riqueza de espécies encontradas no ambiente de reserva, tanto para o grupo geral de insetos, como para ordens específicas como Hymenoptera e Hemíptera, quando comparada com a riqueza encontrada no ambiente de cultivo. Já para os níveis de abundância, somente houve influência do tipo de ambiente para as ordens Hymenoptera e Coleoptera que reduziram sua abundância nos cultivos. A conversão de áreas de cerrado em áreas agrícolas também afetou a composição das comunidades de insetos que se mostraram distintas para os dois ambientes, evidenciando que mudanças na estrutura do habitat determina mudanças na estrutura das comunidades de insetos, mesmo que os ambientes sejam próximos.

Tais resultados sugerem implicações no fornecimento de serviços ambientais importantes, como o controle biológico natural, a polinização e a ciclagem de nutrientes. A perda de espécies devido a simplificação pode levar também ao declínio dos serviços

ambientais fornecidos pelas espécies perdidas, tornando os ambientes menos resilientes e mais sujeitos à degradação provocada pelo aumento do uso de insumos, como pesticidas e fertilizantes químicos (MEA, 2005; WU, 2013).

Entretanto, nossos resultados também sugerem a possibilidade de algumas famílias de insetos como Dolichopodidae, Carabidae, Fomicidae e Apidae, contribuírem na prestação de serviços ecossistêmicos, nos cultivos de soja, nas áreas próximas das reservas, o que poderá ser investigado em estudos posteriores. Ressalta-se, assim, a importância da conservação da vegetação nativa de cerrado, próximo a áreas agrícolas, pois essas áreas provavelmente servem de refúgio para os insetos, no período da entre safra.

REFERÊNCIAS

- ALHO, C.J.R. **Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica.** Estudos avançados 26 (74), 2012.
- ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B.; Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do gestor ambiental. Volume Especial Gestão Ambiental: Perspectivas, Conceitos e Casos. **Diversidade e Gestão**, 1(1): 10-32, 2017.
- ALMEIDA, S. S. P.; LOUZADA J. N. C. Estrutura da comunidade de Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) em fitofitonômias do cerrado e sua importância para a conservação. **Neotrop Entomol** 38, 2009.
- ALONSO, L.E.; SCHULTZ, R. (Eds.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press, 2000.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas.** Ribeirão Preto: Holos, 226 p., 2003.
- ALTIERI, M.A.; PONTI, L.; NICHOLLS, C.I. **Manejando insetos-praga com a diversificação de plantas.** Agriculturas, v.4, n.1, p.20-23, 2007.
- ANDERSEN, A.N. Global ecology of rainforest ants: functional groups in relation to environmental stress and disturbance. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E. AND SCHULTZ, T., eds. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** Washington: Smithsonian Institutional Press, p.25-34, 2000.
- ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e bem-estar humano.** Texto para discussão. IE/UNICAMP, n.155, 2009
- ANTONIOLLI, Z.I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; Danni Maisa da SILVA, D. M. da; SILVA, R.F. da. Método alternativo para estudar a fauna do solo **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, 2006.
- ARAGÓN, J. R. **Insectos perjudiciales en la soja y su manejo integrado en la Región Pampeana Central,** INTA, Marcos Juarez, 2002.
- ARMBRECHT I., PERFECTO I, SILVERMAN E. Limitation of nesting resources for ants in Colombian forests and coffee plantations. **Ecological Entomology.** 31:403-410, 2006.
- ATKINS, M. D. **Insects in perspective.** New York: Macmillan Publishing, 513 p., 1978
- AZEVEDO R.R.; KRÜGER, R.F. The influence of temperature and humidity on abundance and richness of Calliphoridae (Diptera) **Iheringia, Série Zoologia,** Porto Alegre, 103(2):145-152, 2013.
- AZEVEDO-FILHO, S. W et al. Espécies de Cercopídeos (Hemiptera: Cercopidae) associados à cultura da videira no Brasil. **Biociências,** Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 180-206, jul. 2007.

BARBOSA, M.G.V., FONSECA, C.R.V., HAMMOND, P.M., STORK, N.E. Diversidade e Similaridade entre habitats com base na fauna de Coleoptera de serapilheira de uma floresta de terra firme da Amazônia Central. **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática**, 2: 69–83, 2002.

BARNES, H. F. **Gall Midges of Economic Importance**. Vol. 7: Gall Midges of Cereal Crops. Crosby Lockwood & Son, London. 261 pp., 16 pls, 1956.

BATISTA, M. C. **Resposta da comunidade de vespas e abelhas solitárias (insecta: Hymenoptera) ao uso da terra**. Dissertação de Mestrado em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2010.

BAZZAZ, F. A. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in Southern Illinois. **Ecology** 56:485-488, 1975.

BERTI FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de controle biológico insetos praga**. IFRN, Natal, 2011.

BIANCHI, F.; BOOIJ C.J.H., TSCHARNTK,T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control Proceedings of the Royal Society B: **Biological Sciences**, 273, pp. 1715-1727, 2006.

BICKEL D.J. Dolichopodidae (long-legged flies). IN: BROWN B.V., BORKENT A., CUMMING J.H., WOOD D.M., WOODLEY N.E.; Zumbado M.A. **Manual of Central American Diptera**. Vol.1. Canada: NRC Research Press. p.671-694, 2009.

BLAAUW, B.R.; ISAACS, R. Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop **Journal of Applied Ecology**, 51, pp. 890-898, 2014.

BORGES, P. V.; BROWN, V. K. **Pasture Vegetation Complexity**. Ecography 1 (Root 1973): 68–82, 2001.

BORTOLOTTO, O.C.; MENEZES JÚNIOR, A. de O.; HOSHINO, A.T.; CAMPOS, T.A. Distance from the edge of forest fragments influence the abundance of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae) in wheat fields. **Neotropical Entomology** 38(6), 2009.

BRANCALION, P.H.S.; RODRIGUES R.R.; GANDOLFI S.; KAGEYAMA P.Y.; NAVE, A.G.; GANDARA, F.B.; et al. Legal instruments can enhance high-diversity tropical. **Rev Árvore**, 34:455–70, 2010.

BROOKS, T. M.; MITTERMEIER, R. A.; DA FONSECA, G. A., GERLACH, J.; HOFFMANN, M.; LAMOREUX, J. F.; MITTERMEIER, C. G.; PILGRIM, J. D.; RODRIGUES, A. S. Global biodiversity conservation priorities. **Science**, vol. 313, 58– 61p., 2006.

BROWN, J.K. et al. The sweetpotato or silver leaf whitefl ies: biotypes of Bemisia tabaci or a species complex? **Annual Review of Entomology**, v.40, p.511-534, 1995.

BUTCHART, S. H. M.; WALPOLE, M.; COLLEN, B.; STRIEN, A.; SCHARLEMANN, J.

P. W.; ALMOND, R. E. A.; BAILLIE, J. E. M.; BOMHARD, B.; BROWN, C.; BRUNO, J.; CARPENTER, K. E.; CARR, G. M.; CHANSON, J.; CHENERY, A. M.; CSIRKE, J.; DAVIDSON, N. C.; DENTENER, F.; FOSTER, M.; GALLI, A.; GALLOWAY, J. N.; GENOVESI, P.; GREGORY, R. D.; HOCKINGS, M.; KAPOS, V.; LAMARQUE, J. F.; LOVERINGTON, F.; LOH, J.; MCGEOCH, M. A.; MCRAE, L.; MINASYAN, A.; MORCILLO, M. H.; OLDFIELD, T. E. E.; PAULY, D.; QUADER, S.; REVENGA, C.; SAUER, J. R.; SKOLNIK, B.; SPEAR, D.; SMITH, D. S.; STUART, S. N.; SYMES, A.; TIERNEY, M.; TYRRELL, T. D.; VIÉ, J. C.; WATSON, R. Global biodiversity: indicators of recent declines. **Science**, v. 328, n. 5982, p. 1164-1168, 2010.

CAMARGO, A. J. A. **Diversidade de insetos em áreas cultivadas e reserva legal: considerações e recomendações**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento Embrapa. Planaltina, DF, 2001.

CAMPO, C. B. H.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA B.S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A.R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado Londrina**: Embrapa Soja. 70p. - (Circular Técnica / Embrapa Soja, ISSN 1516-7860; n.30), 2000.

CAVALCANTE, J.K.G.; SOUZA, T.H. de; COSTA, M. da S.; PEREIRA, A.V.P.; LEONI, K. A.; SANTOS, U.F. dos ; PEREIRA, M.J.B. Diversidade de formigas predadoras (Hymenoptera: Formicidae) em área de cultivo de soja e Cerrado no Mato Grosso. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de entomologia**. Gramado, RS, 2018.

CARRANO, A. F. **Insetos: manual de identificação**. ED. da UFRPE, 2006.

CHAO, A.. GOTELLI, N.J.; HSIEH, T.C.; SANDER, E.L.; MA, K.H., COLWELL, R.K., ELLISON, A.M. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs** 84:45-67, 2014.

CHAPLIN-KRAMER, R.; ROURKE, M.E.O., BLITZER, E. J.; KREMEN, C.; A metaanalysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. **Ecol. Lett.** 14, 922932, 2011.

CHIARI, W.C.; TOLEDO, V. A. A.; RUVOLO-TAKASUSUKI, C. C.; BRAZ DE OLIVEIRA, A.J.; SAKAGUTI E.S.; ATENCIA, V.M.; COSTA, F.M.; MITSUI, M.H. Pollination of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.) **Braz. Arch. Biol. Technol.** Vol.48 Curitiba, 2005.

CIVIDANES, F.J. **Efeitos do sistema de plantio e da consorciação soja-milho sobre artrópodes capturados no solo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.1, p.15-23, 2002.

CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian. **Journal of Ecology**, vol. 18, p. 117–143, 1993.

CORREIA, R. G. **Entomofauna edáfica e armazenamento de liteira em cultivos de Swietenia macrophylla (King) na amazônia oriental**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais): Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018.

- COSTA A.N., VASCONCELOS H.L., VIEIRA-NETO E.H.M., BRUNA E.M. Do herbivores exert top down effects in Neotropical savannas? Estimates of biomass consumption by leaf cutter ants. **Journal of Vegetation Science**. 19: 849–854, 2008.
- COSTA, C., VANIN, S.A., CASARI-CHEN, S.A. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 1988 165p.
- COSTA-LIMA, A. M. **Insetos do Brasil: coleópteros**, 2ª parte. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1953, 323 p.
- CRALEY, M.J. **The book**. John Wilwy and Son Ltd. Chinchester, West Sussex, United Kingdom, 2nd Edition, 2013.
- DA MATA R.A., TIDON R. The relative roles of habitat heterogeneity and disturbance in drosophilid assemblages (Diptera, Drosophilidae) in the Cerrado. **Insect Conserv Divers**, 6: 663–670, 2013.
- DA SILVA, R.A.; CARVALHO, G.S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas-de-solo. **Cienc. Rural** vol.30 n°2 Santa Maria, Mar/Apr. 2000.
- DAILY, G. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Island Press, Washington, 1997.
- DE BARRO, P.J. et al. Bemisia tabaci: a statement of species status. **Annual Review of Entomology**, v.56, p.1-19, 2011
- DEGRANDE, P.E.; VIVAN, L.M. **Pragas da soja**. Rondonópolis: Fundação MT. 3 p. (Boletim de Pesquisa de Soja), 2012.
- DELABIE, J. H. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. **Neotropical Entomology**. 30:501-516, 2001.
- DELETTRE Y.R. Short-range spatial patterning of terrestrial Chironomidae (Insecta: Diptera) and farmland heterogeneity. **Pedobiologia**. 2005; 49: 15–27.
- DELLA LUCIA, T. M. C. et. al. Ordenação de comunidades de Formicidae em quatro agroecossistemas em Viçosa, Minas Gerais. **Experientiae**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 68-94, 1982.
- DeMARCO P. J.; COELHO F. M. Services performed by the ecosystem : forest remnants influence agricultural cultures pollination and production. **Biodivers Conserv**. 13:1245–55, 2004
- DICKE, M. Ecosystem Services of Insects. In: Van Huis, A. and Tomberlin, J.K., Eds., **Insects as Food and Feed: From Production to Consumption**, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 61-76, 2017.
- DIAS, N.S.; ZANETTI, R.; SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.; DELABIE, J. Interação de fragmentos com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia Série Zoologia**, v.98. p.136-142, 2008.

- DIETRICH, C. H. The role of grasslands in the diversification of leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae): a phylogenetic perspective, 1999. In WARWICK, C. **Proceedings of the Fifteenth North American Prairie Conference**. Natural Areas Association, Bend, Oregon, USA. 255 pp. 44-49, 1999.
- DIETRICH, C. H. Keys to the families of Cicadomorpha and subfamilies and tribes of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha). **Florida Entomologist**, 88 (4): 502-517, 2005.
- DONALD, F.; GREEN, R.E.; HEATH, M.F. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations Proceedings of the Royal Society B: **Biological Sciences**, 268, pp. 25-29, 2001.
- DUARTE, E.M.G. **Ciclagem de Nutrientes por Árvores em Sistemas Agroflorestais na Mata Atlântica**. Viçosa. Dissertação [Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas] - Universidade Federal de Viçosa; 2007.
- EGAN, J.F.; BOHNENBLUST, E.; GOSLEE, S.; MORTENSEN, D.; TOOKER, J. Herbicide drift can affect plant and arthropod communities. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 185, pp. 77-87, 2014.
- EVANS, T.A., DAWES, T.Z., WARD, P.R., LO, N. (2011) Ants and termites Increase Crop Yield in Dry Climate. **Nature Communications**, 2, Article No. 262, 2011.
- FAGUNDES, CK.; DI MARE, RA.; WINK, C.; MANFIO, D. Diversity of the families of Coleoptera captured with pitfall traps in five different environments in Santa Maria, RS, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** São Carlos, 2011.
- FERNANDES, D. R. R.; BENÁ, D.C.; LARA, R.I.R.; SERGIO I. D. E. , NELSON WANDERLEY Perito. nitidulidae (coleoptera) associados a frutos de café (Coffea arabica L.) **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 135-138, maio/ago. 2012.
- FERNANDES, G. W. Gall Forming Insects: their economic importance and control. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, 31 (3): 379-398, 1987.
- FIDELIS, R.R.; ROCHA, R.N.C.; LEITE, U.T.; TANCREDI, F. D. Alguns aspectos para o plantio direto da cultura da soja. **Biosci J**. Uberlândia, v. 19, n.1, p.23-31 Jan/abr., 2003.
- FLORES, L. M. A. de. **Efeitos da estrutura da paisagem e da simplificação de habitat sobre assembleias de abelhas e vespas solitárias**. 2017. 93 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- FLYNN,D.F.B.; M. GOGOLPROKURAT,M.; NOGEIRE,T.; MOLINARI,N.; RICHERS, B. T.; LIN, B.B. et al. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. **Ecology Letters**, 12, pp. 22-33, 2009.
- FOLGARAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p. 1221-1244. 1998.
- FONSECA V.L.I.; SILVA P.N. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotrop**, 10(4):59-62, 2010.

FOWLER, H.G. et al. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZU, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 359 p., 1991.

FRIZZO T.L.M., VASCONCELOS H.L..The Potential Role of Scattered Trees for Ant Conservation in an Agriculturally Dominated, **Neotropical Landscape**. **Biotropica**. 45: 644–651, 2013.

FRIZZO, T. L. M.; **Mudanças do uso da terra sobre a comunidade de formigas e a retenção dos serviços ecossistêmicos no Cerrado**. Programa de Pós-graduação em Ecologia. Universidade de Brasília-UNB, 2016.

GAGIC, V.; BARTOMEUS, I.; JONSSON, T ;TAYLOR, A.; WINQVIST, C.; FISCHER, C. et al. Functional identity and diversity of animals predict ecosystem functioning better than species-based índices Proceedings of the Royal Society B: **Biological Sciences**, 282, p. 8, 2015.

GAGNÉ, R. J. A Catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the World. **Entomological Society of Washington**, Region. Ithaca: Cornell University Press, Washington, 408 pp., 2004.

GAGNÉ, R. J. **The Plant-Feeding Gall Midges of North America**. Cornell University Press, Ithaca, N. Y. 356 pp., 4 pls, 1989.

GALLAI, N., SALLES, J.M., SETTELE, J., Vaissiere, B.E. Economic Valuation of the Vulnerability of World Agriculture Confronted with Pollinator Decline. **Ecological Economics**, 68, 810-821, 2009.

GAMEZ-VIRUES, S.; D.J. PEROVIC, D.J.; GOSSNER, M.M. ;BORSCHIG, C.; BLUTHGEN, N.;DE JONG, H. et al. Landscape simplification filters species traits and drives biotic homogenization. **Nature Communications**, 6, p. 8568, 2015.

GARDNER, T. A.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; BARLOW J., PERES C. A. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. **J Appl Ecol** 45: 883-893, 2008.

GASSEN, D.N. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte. 134p., 1996.

GAZZONI, D. L. **Soja e abelhas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 151 p.

GOMES, D.S.; ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B.; QUEIROZ, J.M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia**, Série Zoologia 103(2): 104-109, 2013.

GONÇALVES, L., DIAS, A.; ESPINDOLA, C.B.; ALMEIDA, F.S. Inventário de Calliphoridae (Diptera) em manguezal e fragmento de Mata Atlântica na região de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 50-55, jan./mar. 2011.

GONZÁLEZ E, SALVO A, DEFAGÓ MT, VALLADARES G. 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(7): e0158836, 2016.

GONZÁLEZ E, SALVO A, DEFAGÓ MT, VALLADARES G. A. Arthropod communities and biological control in soybean fields: Forest cover at landscape scale is more influential than forest proximity. Agriculture, **Ecosystems and Environment** 239 (2017) 359–367, 2017.

GRICHANOV, I. Y. **A check list of species of the family Dolichopodidae (Diptera) of the World arranged by alphabetic list of generic names.** First published: 2003-2020.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M.S.; **Evolution of the insects.** Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

GULLAN, P.J., CRANSTON, P.S., **Insetos: fundamentos da entomologia.** 5. ed. São Paulo: Roca, 2017. 496 p.

GUSMÃO, R. S. **Análise faunística de Scolytidae (Coleoptera) coletadas com armadilhas etanólicas com e sem porta-isca em Eucalyptus spp. e área de cerrado no município de Cuiabá-MT.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá – MT, 2011.

HADDAD N.M., CRUTSINGER G.M., GROSS K., HAARSTAD J., KNOPS J.M., TILMAN D. Plant species loss decreases arthropod diversity and shifts trophic structure. **Ecology Letters.** 12: 1029-1039, 2009.

HALFFTER, G., FAVILA, M.E. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera): an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rain forest and modified landscapes. **Biology International,** 27: 15-21, 1993.

HALLMANN, C. A.; FOPPEN, R. P. B.; VAN TURNHOUT, C.A.M.; KROON, H.; Jongejans E. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. **Nature,** 2014.

HARTERREITEN-SOUZA É.S., TOGNI P.H.B., PIRES C.S.S.; SUJII E.R. The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. **Agroforest Systems** 88(2): 205-219, 2014.

HENDRICKX, F.; MAELFAIT, J.P.; VAN WINGERDEN, W.; SCHWEIGER, O.; SPEELMANS, M.; AVIRON, M., et al. How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. **Journal of Applied Ecology,** 44, pp. 340-351, 2007.

HERNANDEZ J.V.; JAFFÉ K. Dano econômico causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinus caribaea* Mor. e elementos para o manejo de praga. **An Soc Entomol Brasil.** 24: 287-298, 1995.

HOLLAND, J.M., REYNOLDS, C.J.M. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. **Pedobiologia** 47, 181–191, 2003.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1990, 732 p.

HSIEH T.C., MA K.H., CHAO A. **iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation for species diversity** (Hill numbers), 2015.

IANTAS, J.; GRUCHOWSKI-W, C.; MACIEL, L.; HOLDEFER, D.R. Distribuição das famílias de coleoptera em ambiente de sucessão florística de ombrófila mista em União da Vitória – Paraná, **Biodiversidade Pampeana**, Uruguaiana, 8(1): 29-34, dez.2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotrop.**, vol. 10, no. 4, 2010.

IVERSON, A.L.; MARIN, L.E.; ENNIS, K.K; GONTHIER, D.J.; CONNOR-BARRIE, B.T.; REMFERT, J.L. et al.. Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. **Journal of Applied Ecology**, 51, pp. 1593-1602, 2014.

JANKIELSOHN, A. The Importance of Insects in Agricultural Ecosystems. **Advances in Entomology**, 6, 62-73, 2018.

JOSÉ-MARÍA, L.; BLANCO-MORENO, J.M.; ARMENGOT, L.; SANS, F.X. How does agricultural intensification modulate changes in plant community composition? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 145, pp. 77-84, 2011.

KALLIMANIS, A.S., BERGMEIER, E., PANITSA, M., GEORGHIOU, K., DELIPETROU, P.; DIMOPOULOS, P. Biogeographical determinants for total and endemic species richness in a continental archipelago. **Biodiversity Conservation**, v. 19, p. 1225–1235, 2010.

KAREIVA, P. The influence of vegetational texture on herbivory: resource concentration and herbivore movement. In: DENNO, R. F.; McCLURE, M. S. (Ed.). **Variable plants and herbivores in natural and managed systems**. New York: Academic, p. 259-289, 1983.

KARPA A. Revision of Chloropidae of the collection of B. A. Gimmerthal and a check–list of Latvian Chloropidae (Diptera). **Latvijas Entomologs** 38: 21-26, 2001.

KENNEDY, C. M.; LONSDORF, E.; NEEL, M.C.; WILLIAMS, V; RICKETTS, T.H. ; WINFREE, R. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. **Ecology Letters**, 16, pp. 584-599, 2013.

KIM, K.C. Biodiversity, Conservation and Inventory: Why Insects Matter. **Biodiversity & Conservation**, 2, 191-214, 1993.

KLEIJN, D.; RUNDLÖF, M.;SCHEPER, J.;SMITH, H.G; TSCHARNTKE, T. Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? Trends in **Ecology & Evolution**, 26, pp. 474-481, 2011.

KLINK C.A.; MACHADO R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**. 19, 707-713, 2005.

KOH, I.; LONSDORF, E.V. ; WILLIAMS, N.M; BRITAIN, ISAACS, C. R.; GIBBS, J. et al. Modeling the status, trends, and impacts of wild bee abundance in the United States.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of **America**, 113, pp. 140-145, 2016.

KORASAKI, V.; BRAGA, R. F.; ZANETTI, R.; MOREIRA, F. M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. V.; LOUZADA, J. Conservation value of alternative land-use systems for dung beetles in Amazon: valuing traditional farming practices. **Biodiversity and Conservation**, Madrid, v. 22, p. 1485-1499, 2013.

KROMP, B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. **Agriculture, Ecosystem & Environment** 74: 187–228, 1999.

LABGEO. **Atlas do Maranhão**. São Luís: UEMA 39p., 2002.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology** 45: 175–201p., 2000.

LANDIS, D.A. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. **Basic and Applied Ecology** 18 1–1, 2017.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2nd English edn. Elsevier, Amsterdam, 1998.

LETOURNEAU, D.K., ARMBRECHT, I., RIVERA, B.S., LERMA, J.M.,; CARMONA, E.J.; DAZA, M.C., ESCOBAR, S., GALINDO, V., et al. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. **Ecol. Appl.** 21, 9-21, 2011.

LIANG, A.-P.; WEBB, M. D. New taxa and revisionary notes in Rhinaulacini spittlebugs from southern Asia (Homoptera: Cercopidae). **Journal of Natural History**, v. 36, n. 6, p. 729–756, abr. 2002.

LIMA, R.C. **Diversidade de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae), coletados em armadilha de solo com isca, na Reserva Natural Vale, Linhares – Espírito Santo, Brasil**. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes – RJ, 2013.

LINHARES, A.X. Synanthropy of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brasil. **Rev Bras Entomol** 25: 189-215, 1981.

LIU, S.S. et al. Species concepts as applied to the whitefly Bemisia tabaci systematics: how many species are there? **Journal of Integrative Agriculture**, e, v.11, p.176-186, 2012.

LIU, Y.; DUAN, ZHANG,X., ZHANG, X.; YU, Z.; AXMACHER, J.C. Effects of Plant Diversity, Habitat and Agricultural Landscape Structure on the Functional Diversity of Carabid Assemblages in the North China Plain. **Insect Conservation and Diversity** 8 (2): 163–76, 2014.

LOBRY DE BRUYN, L.A. Ant as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 425-441, 1999.

- LUNDGREN J.G., LÓPEZ-LAVALLE L.A.B., PARSA S.; WYCKHUYS K.A.G. Molecular determination of predator community of a cassava whitefly in Colombia: pest-specific primer development and field validation. **Journal of Pest Science** 87: 125- 131, 2014.
- LUTINSKI, J.A.; GUARDA, C.; LUTINSKI, C. J.; BUSATO, M.A.; GARCIA, F.R.M. Fauna de formigas em áreas de preservação permanente de usina hidroelétrica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1741-1754, 2018.
- MACARTHUR, R. H.; MACARTHUR, J. W. On bird species diversity. **Ecology**, 42, 594-598, 1961.
- MACDONALD, J.M.; KORB, P.; HOPPE, R.A. **Farm size and the organization of U.S. crop farming**, ERR-152, 2013.
- MACFADYEN, S., KRAMER, E.A., PARRY, H.R.; SCHELLHORN, N.A. (2015) Temporal Change in Vegetation Productivity in Grain Production Landscapes: Linking Landscape Complexity with Pest and Natural Enemy Communities. **Ecological Entomology**, 40, 56-69, 2015.
- MAJER, J. D. Ants: bio-indicators of Minesite Rehabilitation, Land Use, and Land Conservation. **Environ. Manag.** v.4, n.7, p. 375-383, 1983.
- MAJER, J.D.; BRENNAN, K.E.C.; MOIR, M.L. Invertebrates and the Restoration of a Forest Ecosystem: 30 Years of Research Following Bauxite Mining in Western Australia. **Restoration Ecology**. v.15, n. 4, p104-115, 2007.
- MARINONI, L.; G.F.G. MIRANDA; THOMPSON. C. Abundância e riqueza de espécies de Syrphidae (Diptera) em áreas de borda e interior de floresta no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 48 (4): 553-559, 2004.
- MARTINS, I. C. F.; CIVIDANES, F.J.; BARBOSA, J.C.; ARAÚJO, E. de S.; HADDAD, G.Q. Análise de fauna e flutuação populacional de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) em sistemas de plantio direto e convencional **Revista Brasileira de Entomologia** 53(3): 432–443, setembro 2009.
- MARTINS, L.; ALMEIDA, F.S.; MAYHE-NUNES, A.J.; VARGAS, A.B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 9(2): 174-179, 2011.
- (MEA) MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis**. Washington, DC: World Resources Institute, 2005.
- MEDEIROS, M.A. de; HARTERREITEN-SOUZA, E.S.; TOGNI, P. H. B.; PALOMA MILANE, V. G.N.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R.G.; SUJII, E.R. **Princípios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na agricultura**. Brasília : Emater-DF, 44p.; il., 2010.
- MEDRI, M.I., LOPES, J. Scarabaeidae (Coleoptera) do Parque Estadual Mata dos Godoy e de área de pastagem, no norte do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18(1): 135-141, 2001.

- MEJDALANI, G.; COELHO, L. B. N.; GONÇALVES, A. C.; CARVALHO, R. A.; RODRIGUES, L. G. N.; COSTA, L. A. A.; FELIX, M.; DA-SILVA, E. R. **Espécies de cigarrinhas (Hemiptera, Membracoidea, Cicadellidae) registradas no Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Arquivos do Museu Nacional, 67(3/4):155-171, 2009.
- MENEZES, E. de L. A. **Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola**. Embrapa, Seropédica – RJ, 2004.
- MESQUITA, A. Lavoura furada: O Brasil enfrenta infestação sem precedentes de lagartas em lavouras de milho GM. Agricultores, técnicos e empresas difusoras de tecnologia divergem sobre a causa do ataque. **Agro DBO**, março 2013.
- MILFONT, M.O. **Uso da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização e aumento de produtividade de grãos em variedade de soja (*Glycine max. (L.)Merril.*) adaptada às condições climáticas do nordeste brasileiro**. Tese (doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2012.
- MILHOMEM, M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DINIZ, I. R. **Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38(11): 1249-56, 2003.
- MOERICKE, V. Eine farbefalle zur kontrolle des fluges von blattläusen, inbesondere der pfirsichblattlaus *Myzus persicae* (Sulz.). **Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienstes**, Stuttgart, v. 3, p. 23-24, 1951.
- MOREIRA, H.J.C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de Pragas da Soja**. Campinas-SP, 2009.
- MORENO, C.; CIANCIARUSO, M. V.; SGARBI, L. G.; FERRO, V. G. Richness and composition of tiger moths (Erebidae: Arctiinae) in a Neotropical savanna: are heterogeneous habitats richer in species? **Natureza & Conservação** 12:138-143, 2014.
- MULIERI P.R.; SCHNACK J.A.; MARILUIS J.C.; TORRETTA J.P. Flesh flies species (Diptera: Sarcophagidae) from a grassland and a woodland in a Nature Reserve of Buenos Aires, Argentina. **Rev Biol Trop** 56:1287–1294, 2008
- NICHOLS E.; LARSEN T.; SPECTOR S.; DAVIS A L.; ESCOBAR F.; FAVILA M .Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. **Biol conserv** 37: 1-19, 2007.
- NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M.E. Ecological Functions and Ecosystem Services Provided by Scarabaeinae Dung Beetles. **Biological Conservation**, 141, 1461-1474, 2008.
- NIELSON, M. W. **The leafhopper vectors of phytopathogenic viruses (Homoptera: Cicadellidae)** - Taxonomy, biology and virus transmission U. S. Department of Agriculture Technical Bulletin, 1382:1-386, 1968.
- O'HARA, R. B.; KOTZE, D. J. Do not log-transform count data In.: **Methods in Ecology and Evolution, Journal compilation**, 2010.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLIN, D; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G. L; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.;

SZOECS, E; WAGNER, H. **Vegan: Community Ecology Package**, 2019.

OLIVEIRA, D. M. V. **Territórios da fronteira/fronteira dos territórios: o novo sertão de Balsas, sul do Maranhão**. XXI Encontro de geografia agrária, Uberlândia-MG: 2012.

OLIVEIRA, M.R.V.; LIMA, L.H.C.; MARINHO, V.L.A.; BATISTA, M.F.; AMÂNCIO, E.; VILARINHO, K.R.; SILVA, S.F.; FARIA, M.R. Mosca-branca no Brasil e no mundo: identificação e expressão econômica. In: OLIVEIRA, M.R.V.; BATISTA, M.F.; LIMA, L.H.C.; MARINHO, V.L.A.; FARIA, M.R. (Ed.). **Moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae)**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p.5-87.

OLIVEIRA, M.R.V.; MORETZSHON, M.C.; QUEIROZ, P.R.; LAGO, W.N.M.; LIMA, L.H.C. **Levantamento de moscas-brancas na cultura da mandioca no Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 20p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.3), 2001.

OWEN, D.F., OWEN, J. Assessing insect species-richness at a single site. **Environmental Conservation**, 17: 362-364, 1990.

PACHECO R.; VASCONCELOS, H.L. Habitat diversity enhances ant diversity in a naturally heterogeneous Brazilian landscape. **Biodiversity and Conservation**. 21:797–809, 2012.

PACHECO LIMA, C.E.; MADEIRA, N. R.; DA SILVA, J.; FONTENELLE, M.R.; CASTRO e MELO, R.A.; GUEDES, I. M.R. **Benefícios da adoção do sistema de plantio direto de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017.

PALADINI, A, et al, 2008. Cladistic Analysis of Kanaima Distant, 1909 (Hemiptera, Cercopidae). **Zootaxa**. v. 1704, p. 47–63, 2008.

PAN, H.P. et al. Factors affecting population dynamics of maternally transmitted endosymbionts in *Bemisia tabaci*. **PloS one**, v.7, 2012.

PANIZZI, A.R. et al. **Insetos que atacam vagens e grãos**. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; et al. Soja: manejo integrado de pragas e outros Artrópodes-pragas. Brasília: EMBRAPA, Cap.5. p.335-420, 2012.

PAPE T., BICKEL D.; MEIER R. Species of Diptera per Family for all regions. In: Pape T., BICKEL D.; MEIER R. (Eds). **Diptera diversity: status, challenges and tools**. Leiden, Boston: Koninklijke Brill NV. p.430-435, 2009.

PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas-Ma. **Revista scientia agraria**, versão On-line ISSN 1983-2443, versão Impressa ISSN 1519-1125 SA vol. 18 n°. 1, Curitiba, Jan/Mar. 2017 p. 83-89.

PEARSON, D.L. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 345: 75 -79, 1994.

PENNY, N. D.; ARIAS, J. R. **Insects of an Amazon forest**. New York: Columbia University, 1982. 269 p.

- PERONI, N.; HERNANDEZ, M.I.M. **Ecologia de populações e comunidades**. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011.
- PERRING, T.M. The Bemisia tabaci species complex. **Crop Protection**, v.20, p.725-737, 2001.
- PFIFFNER, L.; LUKA,H. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. **Agriculture, Ecosystem & Environment** 78: 215–222, 2000.
- PHILPOTT S.M., FOSTER P.F. Nest-site limitation in coffee agroecosystems: Artificial nests maintain diversity of arboreal ants. **Ecological Application**. 15:1478-1485, 2005.
- POLLET, M. A. A.; BROOKS, S. E. Long-legged flies (Diptera: Dolichopodidae). In: Capinera, J. L. ed. **Encyclopedia of Entomology**. 2.ed. vol. 2. The Netherlands, Springer. p. 2232-2241, 2008.
- POTTS, S.G.; BIESMEIJER, J.C. ; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W.E. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, 25, pp. 345-353, 2010.
- RAMIRO, Z. A.; PAULO, E. M.; MONTES, S. M. N. M.; IMPERATO, R. **Eficácia da altura de armadilhas de Moericke na coleta de himenópteros parasitoides na cultura de café**. Anais do 12º SICONBIOL, Simpósio de Controle Biológico, p. 376, 2011.
- RAMOS, L.S.; FILHO, R.Z.B.; DELABIE, J.H.C.; LACAU, S.; SANTOS, M.F.S.; NASCIMENTO, I.C., MARINHO, C.G.S. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado ‘stricto sensu’ em Minas Gerais. **Lundiana**, v.4, p. 95-102, 2003.
- REZENDE, L. P.; PORTELA, G. F.; MACEDO, N. C.; DINIZ, K. D. Identificação da macrofauna do solo em pastagem de Panicum maximum Jacq. e área submetida à queimada no município de Sambaíba-MA. **Revista Biodiversidade**, v.16, n.1, p. 21-32, 2017.
- RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In.: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. Ecologia e flora. Brasília: EMBRAPA, v. 1, p. 152-212, 2008.
- RICKLEFS R.E. **A economia da natureza**. 5a ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 470p, 2001.
- RIZZARDO R. a G.; MILFONT M.O.; Da Silva E.M.S., Freitas B.M. Apis mellifera pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (Ricinus communis). **An Acad Bras Cienc**. 84(4):1137-45, 2012.
- ROOT, R. B. Organization of plant – arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (Brassica oleraceae). **Ecology Monographs**, Washington, v. 43, p. 95-124. 1973.
- RUSCH, A.; CHAPLIN-KRAMER, R., GARDINER, M. M.; HAWRO, V.; HOLLAND, J.; LANDIS, D.; THIES, C. ;TSCHARNTKE , T.; WEISSER , W.W.; WINQVIST, C.; WOLTZ,

M. ; BOMMARCO, R. Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 221 198–204, 2016.

SABROSKY C.W. Chloropidae. — In: EVENHUIS N.L. (ed.), **Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian Regions. Bishop Museum** (Natural History), 1437 pp., 1989.

SALVADORI, J.R. et al. **Pragas ocasionais em lavouras de soja no Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, Embrapa Trigo. Documento, 91,34p., 2007.

SAMWAYS, M.J. **Insect Diversity Conservation.** Cambridge University Press, New York, 25-29, 2005.

SANDERS, D.; NICKEL, H.; GRUTZNER, T.; PLATNER, C. Habitat structure mediates top-down effects of spiders and ants on herbivores. **Basic and Applied Ecology** 9:152-160, 2008.

SANO E. E., ROSA R., BRITO J.L.S., FERREIRA L.G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment.** 166:113-124, 2010.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. **Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, p. 115-122, 2008.

SANTOS, G. M de M; BICHARA, F. C. C, RESENDE, J. J; CRUZ, J. D; MARQUES, O. M. Diversity and community structure of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotrop Entomol** 36: 180-185. 2007.

SANTOS, L.A.O.; BISCHOFF, A.; FERNANDES, O.A. The effect of forest fragments on abundance, diversity and species composition of predatory ants in sugarcane fields. **Basic and Applied Ecology** 33, 58–65, 2018.

SAVADA, D. E.; HILLIS, D.M.; HELLER C. **Vida: a Ciência da Biologia, Evolução, Diversidade e Ecologia.** Vol II, 11 ed., Artmed, 2009.

SCHMIDT, M. H.; THIES, C.; NENTWIG, W.; TSCHARNTKE, T. Contrasting Responses of Arable Spiders to the Landscape Matrix at Different Spatial Scales. **Journal of Biogeography**, 35 (1): 157–66, 2008.

SCHWÄGERL, C. **What's Causing the Sharp Decline in Insects, and Why It Matters.** Yale Environment 360, 6 July 2016.

SHACKELFORD, G. ; STEWARD, P.R.; BENTON, T.G; KUNIN, W.E.; POTTS, S.G. ; J.C. BIESMEIJER, et al.. Comparison of pollinators and natural enemies: A meta-analysis of landscape and local effects on abundance and richness in crops. **Biological Reviews**, 88, pp. 1002-1021, 2013.

SILVA, M.T.B. da. Importância da fauna do solo associada ao plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 4, 1994, Cruz Alta, RS. **Anais...** Cruz Alta: Clube Amigos da Terra de Cruz Alta, p.230-239, 1994.

SILVA, R.J.; COLETTI, F.; COSTA, D.A.; VAZ-DE-MELO, F.Z. Rola-bostas (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de florestas e pastagens no sudoeste da Amazônia brasileira: Levantamento de espécies e guildas alimentares. **Acta Amazônica**, 44: 345-352, 2014.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v. 12, p. 55-73, 1999.

SMEDING, F.W.; SNOO, G.R. A concept of food-web structure in organic arable farming systems. **Landscape and Urban Planning** 65: 219-236, 2003.

SOTHERTON, N.W. Land use changes and the decline of farmland wildlife: An appraisal of the set-aside approach. **Biological Conservation**, 83, pp. 259-268, 1998.

SOUSA, E. H. S.; MATOS, M. C. B.; ALMEIDA, R.A; TEODORO A. V. Forest fragments' contribution to the natural biological control of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Maize. **Braz. Arch. Biol. Technol.** Vol. 54 Curitiba, 2011.

SOUSA, J. R. P., CARVALHO-FILHO, F. D. S.; JUEN, L.; ESPOSITO, M. C. Evaluating the Effects Of Different Vegetation Types on Necrophagous Fly Communities (Diptera: Calliphoridae; Sarcophagidae): Implications for Conservation. **PLoS ONE**11(10): e0164826, 2016.

SPASSIN, A. C.; MIRANDA, L.; UKAN, D. Avaliação de duas armadilhas para coletas de insetos em plantio de *Eucalyptus benthamii* Maiden ET. Cabbage em IratiPR. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n.17, p. 3734. 2013.

STORK, N.E.; MCBROOM, J.; GELY, C.; HAMILTON, A.J. (2015) New Approaches Narrow Global Species Estimates for Beetles, Insects, and Terrestrial Arthropods. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 112, 7519-7523, 2015.

STRASSBURG, B.B.N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRRIBAREM, A.; ET.AL. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nat Ecol & Evol** 1(4): 1-3, 2017.

STYRSKY J.D., EUBANKS M.D. A facultative mutualism between aphids and an invasive ant increases plant reproduction. **Ecological Entomology**. 35:190-199, 2010.

SUENAGA, H; HAMAMURA, T. Occurrence of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in cabbage fields and their possible impact on lepidopteran pests. **Applied Entomology and Zoology** 36: 151-160, 2001.

TEWS, J., BROSE U., GRIMM V., TIELBÖRGER, K.; WICHMANN M.C., M. SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal Species Diversity Driven by Habitat Heterogeneity/Diversity: The Importance of Keystone Structures. **Journal of Biogeography**, 31 (1): 79-92, 2004.

THOMAZINI, M.J., THOMAZINI, A.P.B.W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa Acre, 21p, Embrapa Acre. (**Documentos**, 57), 2000.

THORBEK, P., BILDE, T. Numbers of generalist arthropod predators after crop management. **J. Appl. Ecol.** 41, 526–528, 2004.

TOGNI P.H.B., LAUMANN R.A.; MEDEIROS M.A.; SUJII E.R. Odour masking of tomato volatiles by coriander volatiles in host plant selection of *Bemisia tabaci* biotype B. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 136: 164-173, 2010.

TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON, N. F. **Estudo dos insetos**. Cengage Learning, São Paulo, 2011.

TRAILL, L.W.; LIM M. L. M.; SODHI N. S.; BRADSHAW C.J. Mechanisms driving change: altered species interactions and ecosystem function through global warming. **J Anim Ecol.** 2010; 79(5):937–47.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudos dos insetos**: Tradução de Borror and Delong's introduction to the study of insects. 7ª ed. São Paulo: Cengage Learning. 809p. 2011.

TSCHARNTKE, T.; BOMMARCO, R., CLOUGH, Y.; CRIST, T.O.; KLEIJIN, D.; RAND, T.A.; TYLIANAKIS, J.M.; NOUHUYS, S., van VIDAL, S. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. **Biol. Control** 43, 294-309, 2007.

TSCHARNTKE, T.; KARP, D.S., CHAPLIN-KRAMER, R., BATÁRY, P., DECLERCK, F., GRATTON, C., HUNT, L. et al. When natural habitat fails to enhance biological pest control – Five hypotheses. **Biological Conservation**, 204 449–458, 2016

TSCHARNTKE, T.; KLEIN, A. M.; KRUESS, A.; STEFFANDEWENTER, I.; THIES, C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. **Ecology Letters**, v. 8, n. 8, p. 857-874, 2005.

TSCHARNTKE, T.; YLIANAKIS, J. M.; RAND, T.A., DIDHAM, R.K., FAHRIG, L.; BATÁRY, P., BENGTTSSON, J. et al. Landscape Moderation of Biodiversity Patterns and Processes - Eight Hypotheses. **Biological Reviews**, 87 (3): 661–85, 2012.

VAN LENTEREN, J.C. **Internet Book of Biological Control**. International Organization for Biological Control, Zürich, Switzerland, 2012.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. **Estado de Conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil** In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J. J.; MELIC, A. Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 181-95, 2000.

VAZ-DE-MELLO, F. Z. Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) de um Fragmento de Floresta Amazônica no Estado do Acre, Brasil. 1. Taxocenose. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, 28(3): 447-53, 1999.

VERES, A., PETIT, S., CONORD, C., LAVIGNE, C. Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. **Agric. Ecosyst. Environ.** 166, 110 - 117, 2013.

- VIEIRA L.M., MENDEL SM. **Riqueza de artrópodes relacionada à complexidade estrutural da vegetação: uma comparação entre métodos.** Ecologia de Campo – Curso de Campo 2002. UFMS. Campo Grande MS, 2002.
- VIEIRA, S.S.; BOFF, M. I. C.; BUENO, A. F.; GOBBI, A. L.; LOBO, R.V. ; BUENO, R .C. O. de F. Efeitos dos inseticidas utilizados no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B e sua seletividade aos inimigos naturais na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1809-1818, set. /out. 2012.
- VON TSCHIRNHAUS M. Feeding habits and the so-called phytophagy of Chloropidae (Diptera), p. 254. — **In Fifth International Congress of Dipterology**, Abstracts Volume, University of Brisbane, Australia, 2002, 296 pp.
- WILLIAMS, N.M; WARD, K.L; POPE, N.; ISAACS, R.; WILSON, J. ; MAY, E.A. et al. Native wildflower plantings support wild bee abundance and diversity in agricultural landscapes across the United States. **Ecological Applications**, 25, pp. 2119-2131, 2015.
- WILSON, E. O. Causes of ecological success: the case of the ants. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 56, p. 1-9, 1987.
- WISE, D. H. **Spiders in Ecological Webs**. Cambridge University Press, 1995.
- WOOD, B.; GILLMAN, M.P. The effects of disturbance on forest butterflies using two methods of sampling in Trinidad. **Biodiversity and Conservation**, 7: 597– 616, 1998.
- WOODCOCK, B. A. PYWELL, R. F. Effects of vegetation structure and floristic diversity on detritivore, herbivore and predatory invertebrates within calcareous grasslands. **Biodiversity Conservation**, v., p., 2009.
- WU, J. Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. **Landscape Ecology**, v. 28, p. 999–1023, 2013.
- YANG, D.; ZHU, Y.; WANG, M.; ZHANG, L. **World Catalog of Dolichopodidae** (Insecta: Diptera). Beijing, China Agricultural University Press. 704p., 2006.
- ZANETTI R, ZANUNCIO J. C., SANTOS J. C., SILVA W.L.P., RIBEIRO G.T., LEMES P.G. Na Overview of Integrated Management of Leaf-Cutting Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Brazilian Forest Plantations. **Forests**. 5:439-454, 2014.
- ZHANG, Z.Q. Animal Biodiversity: An Introduction to Higher-Level Classification and Taxonomic Richness. **Zootaxa**, 3148, 7-12, 2011.