

Diversidade de insetos como indicador de sustentabilidade em diferentes sistemas de manejo de produção orgânica

GREICI JOANA PARISOTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS

PAULO VINÍCIUS DE MIRANDA PEREIRA

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO - UNEMAT

MARIA APARECIDA CASSILHA ZAWADNEAK

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LEONARDO XAVIER DA SILVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS

DIVERSIDADE DE INSETOS COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DE PRODUÇÃO ORGÂNICA

1 INTRODUÇÃO

Com o intenso crescimento populacional e conscientização dos habitantes com a importância do meio ambiente e uma boa alimentação, tem se buscado cada vez mais formas sustentáveis de produção agropecuária, com a mínima agressão ao ambiente de produção, tentando preservar seu equilíbrio natural e as espécies que ali habitam. O uso dos recursos naturais sustentável envolve a interação de três componentes: o biológico, o econômico e o social, tornando estudos sobre a biodiversidade imprescindíveis (CAMPANHOLA, 2001).

Um fator crucial para a dinamização das regiões rurais é a promoção da diversidade biológica, principalmente nas que possuem grande parte de seus recursos naturais, é perfeitamente possível conciliar a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico (VEIGA, 2009). Diversidade pode ser explicada como uma estimativa da variação biótica retratada pelo número de espécies ou pela oscilação da abundância (MAGURRAN, 2004).

Segundo Silveira Neto (1995), a análise de populações artrópodes presentes na fauna pode ser utilizada como indicador ecológico na avaliação de impactos. Quanto menor a diversidade da área, em relação às culturas vegetais presentes, muitas vezes influenciadas pela ação humana, há a propensão de ocorrer cada vez menos espécies. Enquanto que para as áreas mais diversificadas há uma tendência de aumentar o número de espécies, com populações relativamente menores (FRIZZAS *et al.*, 2003).

Os sistemas agrícolas de cultivo intenso, como o modo convencional de produção sem o revolvimento do solo, contribuem para a formação de um ecossistema mais equilibrado, ditando a magnitude da vida animal existente no ambiente, além da preservação da estrutura física do solo, que melhora à medida que a quantidade e a diversidade de fitomassa são disponibilizadas no sistema (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009).

A Integração Lavoura-Pecuária se baseia em diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, madeira, agroenergia, carne e leite. Pode ser introduzida por meio de consórcio na mesma área, em rotação ou em sucessão, envolvendo, normalmente, o plantio de grãos e a recuperação/implantação de pastagens (MAPA/ABEAS, 2007).

Juntamente com as observações quantitativas e qualitativas da fauna presente, podem-se analisar seus índices ecológicos de diversidade (índice de Shannon) e de equitabilidade, indicado pelo índice de Pielou, contrastando as populações dos diferentes sistemas de manejos, onde são feitas as coletas. A multiplicidade de espécies é correspondente a uma relação entre o número de espécies (riqueza) e a organização do número de seres entre as espécies (equitabilidade). O índice de Pielou e a riqueza, que avaliam aspectos distintos da diversidade, demonstram bom nível de retorno para comparações de diversas situações ambientais (KLENK, 2010; MELO *et al.*, 2008; ODUM, 1983).

Em termos econômicos, constituir-se um exercício de comparação entre funções de produção a partir da observação da diversidade de insetos recupera a definição essencial da busca pelo uso mais eficiente de fatores escassos, considerando a biodiversidade em um horizonte temporal intergeracional. Neste caso, propor indicadores de diversidade, conforme sistemas de produção agropecuários que permitam comparar as populações de insetos, a partir de três formas alternativas de uso econômico, em três técnicas de manejo de produção orgânica traz importantes ferramentas de maneira a se ter uma *proxy* para sustentabilidade.

2 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

Segundo os pressupostos da Agenda 2030, que se deu em 2015 e foram propostos 17 macro objetivos para o Desenvolvimento Sustentável Global, entre os quais se destacam, para a presente temática, “fome zero e agricultura sustentável” e “vida terrestre”, onde o esgotamento dos recursos naturais e os impactos negativos da degradação ambiental, como secas, degradação dos solos e a perda de biodiversidade acrescentam e exacerbam a lista de desafios que a humanidade enfrenta, sendo necessárias medidas que auxiliem na reversão desse cenário (ONU, 2018).

Dois pontos chamam a atenção quando se analisa sustentabilidade: monocultivos e preparo excessivo do solo, e pastagens degradadas. O monocultivo juntamente com o manejo inadequado causa, além de outros fatores, perdas de produtividade, desgaste do solo e de recursos naturais. Essas práticas aumentam a ocorrência de pragas e doenças, chegando a causar inúmeros danos na lavoura. Esse quadro pode ser revertido por meio de tecnologias como o sistema de plantio direto (SPD), que trabalha com rotação de culturas, assim como o preparo mínimo do solo, e os sistemas de integração lavoura-pecuária (SILP) (MACEDO, 2009).

Os insetos, devido à diversidade de espécies e habitat, podem ser considerados bons indicadores dos níveis de impacto ambiental. Os estudos de levantamento são a chave para a proteção da biodiversidade, visto que muitas plantas agrícolas e florestais dependem de polinizadores para o sucesso de sua reprodução, além dos insetos a utilizarem como fontes de recursos alimentares (LAROCA, 1995; THOMANZINI & THOMANZINI, 2002).

O sistema orgânico é um método de agricultura que visa à implantação de sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados e estáveis, de altíssima eficiência em relação à utilização dos recursos naturais de produção e bem estruturados socialmente, resultando em alimentos de qualidade superior, livres de resíduos tóxicos e alto valor nutritivo, que viabilizem o retorno econômico e sejam produzidos em total harmonia com a natureza e com as reais necessidades da humanidade (PASCHOAL, 1990).

Nesse sentido, estudos buscam encontrar um indicador agrônomo que possa ser utilizado para análises da economia do meio ambiente, em alternativa a indicadores da economia ecológica, de difícil e onerosa mensuração, como aqueles ligados à termodinâmica (CAVALCANTI, 2010).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi fazer um levantamento populacional de insetos, identificando a diversidade dos mesmos, em nível de família, em diferentes sistemas de uso do solo, sob sistema orgânico, para verificar, do ponto de vista sustentável, qual é mais viável.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Menor poluição ambiental pode ser gerada com práticas ambientais adequadas que contribuam para a diminuição da utilização de insumos na produção, aumente a qualidade e reduza os custos de produção (SEVERO et al., 2015). Maneiras de certificar a sustentabilidade abordando o tripé da sustentabilidade (Triple Bottom Line) são descritas por indicadores de desempenho apontados na Global Reporting Initiative, um dos primeiros relatórios a transmitir informações no mundo da sustentabilidade e que hoje é um dos principais na área, descrevendo os impactos ambientais, econômicos e sociais aplicados em diferentes contextos (ELKINGTON, 1997; GRI, 2013).

O conceito de Desenvolvimento Sustentável se tornou popular com o relatório '*Our Common Future*', da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, publicado em 1987. Também conhecido como o Relatório *Brundtland* de 1987, o desenvolvimento

sustentável foi definido como o "...desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias." (WCED, 1987, p. 41).

Além das demandas ambientais, esta definição também aborda questões sociais e econômicas (BERGLUND *et al.*, 2014). Muitos pesquisadores realçam as interconexões entre as três dimensões, Giddings *et al.* (2002) defendia uma visão multi-nível, onde a economia é dependente da sociedade e esta, do meio ambiente. O conceito de Desenvolvimento Sustentável segundo Makrakis (2010) é dinâmico, significando que o mesmo, em contato com perspectivas diversas, pode ser entendido de maneiras diferentes. Sendo assim, cabe a nós utilizá-lo no conceito mais comum que envolve os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Indicadores ou índices de sustentabilidade ideais devem basicamente apresentar grande quantidade de dados resumidamente, expressando as informações com clareza e simplicidade para que não distorçam a real informação. Podem ser decompostos em valor único com medida única agregada ou múltiplos valores em um conjunto de indicadores (MITCHELL, 1996).

Nos ecossistemas terrestres os insetos têm um papel imprescindível em processos ecológicos, como por exemplo, ciclagem de nutrientes e polinização (NICHOLS *et al.*, 2008). O planejamento e monitoramento de programas de conservação e uso sustentável além da compreensão básica do funcionamento dos ecossistemas podem ser obtidos através de estudos a respeito da biodiversidade desses insetos megadiversos.

Devido à compreensão de medidas individuais agregadas não serem fáceis, buscando desenvolver uma métrica de sustentabilidade composta adequada, uma das técnicas empregadas para mensurar mudanças no ambiente é o estudo de organismos. Dentre estes, os insetos se mostram com uma alta diversidade e capazes de se reproduzir em um tempo relativamente curto, o que é ideal para este tipo de análise. Os insetos fitófagos, que se alimentam de determinadas plantas, podem ser ainda os organismos mais adequados (HOLLOWAY *et al.*, 1987). Como diferentes insetos que habitam determinada região são dependentes das plantas hospedeiras presentes no local, estes ainda podem ser utilizados como indicadores para avaliar o impacto ecológico que possa a vir ocorrer nesta região (MARGALEF, 1951).

Magurran (2004) estudando comunidades biológicas naturais concluiu que a diversidade de espécies é uma das principais vertentes, podendo ser utilizado como indicador de qualidade ou sustentabilidade dos ecossistemas, por estar relacionado à produtividade e estabilidade dos mesmos.

Os efeitos prejudiciais da diminuição de espécies mundialmente nos serviços ecossistêmicos trazem estímulos para pesquisas entre a biodiversidade e a função do ecossistema. Estudos evidenciam que a biodiversidade influencia positivamente na estabilidade do ecossistema que está sofrendo mudanças (TILMAN *et al.*, 2006; TILMAN *et al.*, 2014; HECTOR ET AL., 2010).

Conforme Santos (1999) fatores bióticos e abióticos determinam a diversidade biológica. Segundo Magurran (2004) com base em outros autores, a diversidade é compreendida como uma estimativa da variação biótica representada pela quantidade de espécies ou de acordo com a mudança da abundância.

Já para Silveira Neto (1995) a análise faunística de populações de artrópodes pode funcionar como indicador ecológico a ser considerado na avaliação de impactos ambientais. Também é uma importante ferramenta para o controle biológico aplicado, quando analisada uma comunidade de inimigos naturais, por fornecer informações detalhadas das atividades das espécies encontradas em certo período e região, em diferentes sistemas produção.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com os objetivos propostos, este estudo pode ser classificado como pesquisa aplicada, pois visa tratar especificamente sobre a diversidade de insetos indicadores de sustentabilidade em sistema orgânico. Gil (2010) afirma que a pesquisa aplicada é aquela que busca agregar conhecimentos direcionados para a aplicação prática, dirigidos à solução de um determinado procedimento, técnica ou problemas específicos.

No que concerne a abordagem do problema, a pesquisa é quantitativa e explicativa, ou seja, a pesquisa envolverá os processos de coleta, análise, interpretação e redação dos resultados (CRESWELL, 2010). É explicativa uma vez que se propõe a identificar, através de um levantamento populacional, os insetos podem funcionar como indicador de sustentabilidade. Segundo Gil (2007, p. 43), uma pesquisa explicativa “pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado”. É quantitativa, pois envolverá os processos de coleta, análise, interpretação e redação dos resultados (CRESWELL, 2010). De acordo com Richardson (1999, p. 70) a pesquisa quantitativa é aquela se utiliza do “emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas”.

Quanto ao procedimento, o estudo pode ser considerado experimental, pois seguirá um planejamento, na qual as etapas da pesquisa foram a formulação do delineamento de blocos inteiramente casualizados, os diferentes tratamentos, quantidade de repetições e forma de coleta dos dados para o problema estudado. A pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar grupos, submetê-los a tratamentos diferentes, verificar as variáveis e checar se as diferenças observadas são estatisticamente significantes. Podendo assim, observar se os efeitos são relacionados com as variações e entender as relações de causa e efeito ao eliminar explicações conflitantes (FONSECA, 2002; GIL, 2010; TRIVIÑOS, 1987).

O trabalho foi desenvolvido na área do Núcleo de Inovação Tecnológica em Agropecuária - NITA, do Centro de Estações Experimentais do Canguiri, UFPR, localizada na cidade de Pinhais, Região Metropolitana de Curitiba, Paraná, sob as coordenadas de 25°25' latitude sul e 49°08' longitude oeste, com altitude de 920 metros. A região pertence ao Primeiro Planalto do estado do Paraná, cujo clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Cfb. Temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C, com precipitação média anual entre 1.400 a 1.800 mm, estando sujeito a geadas severas (mais de cinco por ano) (IAPAR, 2016). De acordo com o mapeamento de solos realizado pelo Departamento de Solos da UFPR, são encontradas, na porção mais elevada da Fazenda onde está localizado o NITA, as classes Cambissolo e Latossolos e suas associações.

A área é dividida em três Blocos com três tratamentos cada, sendo os tratamentos: Sistema de Integração Lavoura e pecuária (SILP); Integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF) e; floresta (F), com extensão de aproximadamente 10 hectares (ha) cada bloco e um total de 30,18 ha. Foram realizadas cinco coletas durante quatro meses (março a junho/2016) com quatro repetições em cada tratamento, sob delineamento inteiramente casualizado (DIC) e distância mínima de 20 metros das bordas, o que garante maior fidelidade às amostras, segundo Gomes (2004).

Os insetos coletados foram triados e limpos, sendo armazenados em frascos com álcool 70%, separados por amostras, devidamente etiquetados, para posterior identificação. Com o auxílio de microscópio estereoscópico as amostras foram classificadas taxonomicamente por especialistas do Laboratório de Entomologia Prof. Ângelo Moreira da Costa Lima, departamento de Entomologia da Universidade Federal do Paraná, Campus Curitiba – PR.

Os dados foram organizados utilizando o *software Microsoft Excel*® e analisados por meio do *software ANAFAU* (Análises Faunísticas), desenvolvido por Moraes *et al.* (2003), no qual foram avaliados os índices de frequência, dominância e constância.

A diversidade dos insetos foi calculada pelos índices de Shannon-Wiener (H') e pelo Índice de Margalef (α), através das fórmulas (1) e (2), respectivamente.

$$H = - \sum_{eu=1}^S \frac{n_{Eu}}{N} \ln \frac{n_{Eu}}{N} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{(S - 1)}{\ln N} \quad (2)$$

Onde H é a diversidade em um círculo de espécies S; n_{Eu} é o número de indivíduos da *i-ésima* espécie; N é o número total de indivíduos de todas as espécies e ln é o logaritmo natural. O maior valor de H significa maior riqueza de espécies e também significa que espécies diferentes no quadrante ou na comunidade são quase igualmente abundantes. O índice de Shannon é uma das medidas de diversidade mais amplamente utilizadas com base na teoria da informação. O valor de α informa o número de espécies corrigidas para a abundância da amostra.

Para verificar se existiu diferença significativa entre os valores de diversidade obtidos por meio do primeiro índice, foram aplicados Testes Tukey, a 5% de nível de significância.

A uniformidade, em termos de abundância de indivíduos distribuída entre as espécies amostradas, foi calculada pelo índice de equitatividade (E') e o Índice de Pielou (E) para uniformidade-equitabilidade (ODUM, 1983), demonstrado na seguinte fórmula (3).

$$E = \frac{H}{\ln S} \quad (3)$$

Onde E mede quão uniformemente os indivíduos são distribuídos entre os táxons em uma comunidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 673 insetos no total, distribuídos em oito ordens e 32 famílias diferentes, conforme descrito na Tabela 1. As famílias mais coletadas durante o período estudado foram os hemípteros *Cercopidae*, com 159 indivíduos ou 24%, *Cicadellidae* com 69 indivíduos ou 10%, *Lepidoptera Satyridae* com 63 insetos e *Orthoptera Acrididae* com 58 indivíduos e ambos com 9% do total. O restante das famílias somaram 324 insetos ou 48% do total coletado.

Tabela 1 – Insetos coletados durante a pesquisa classificados por Ordem, Família e local de coleta.

Ordem	Família	ILP	ILPF	F	Total
Hemiptera	Cicadellidae	35	34	0	69
	Cercopidae	92	63	4	159
	Pentatomidae	0	6	0	6
	Pyrhocoridae	0	10	0	10
	Reduviidae	7	0	4	11
Orthoptera	Acrididae	38	14	6	58
Lepidoptera	Satyridae	19	39	5	63
	Saturniidae	0	22	0	22
	Danainae	2	0	2	4
	Nymphalidae	6	2	6	14
	Hesperiidae	2	0	3	5
	Noctuidae	5	7	0	12
	Papilionidae	0	0	7	7
	Pieridae	12	6	0	18
Diptera	Tipulidae	21	12	6	39
	Syrphidae	9	9	4	22
	Sarcophagidae	0	0	5	5
	Calliphoridae	0	1	3	4
	Muscidae	13	6	4	23
	Asilidae	4	0	7	11
Coleoptera	Melyridae	21	14	0	35
	Chrysomelidae	0	0	3	3
	Scarabaeidae	0	7	0	7
	Tenebrionidae	0	2	0	2
	Byturidae	1	0	0	1
Dermoptera	-	0	1	0	1
Odonata	Libellulidae	1	0	0	1
Hymenoptera	Apidae	0	0	3	3
	Vespidae	0	5	0	5
	Ichneumonidae	0	3	3	6
	Formicidae	14	22	11	47
Total	31	302	285	86	673

Fonte: Os autores, com dados da pesquisa.

Nas análises faunísticas, os hemipteros *Cercopidae* e *Cicadellidae* se mostraram predominantes nas áreas de ILP (Tabela 2) e ILPF (Tabela 3), sendo muito abundantes, muito frequentes e constantes, devido à presença de pastagens, onde esses insetos são considerados as principais pragas de gramíneas forrageiras da América Tropical (VALERIO, 2008), porém, com o aumento das espécies florais nos tratamentos, esses números foram diminuindo, sendo a presença da família *Cercopidae* comum no tratamento floresta e sem registros de indivíduos da família *Cicadellidae* nesta mesma área.

Tabela 2. Análise Faunística do levantamento de insetos na área de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, do NITA/UFPR.

INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA E FLORESTA							
Ordem	Família	N.Indivíduos	N.Coletas	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
Coleoptera	Carabidae	1	1	ND	r	PF	Z
Coleoptera	Melyridae	14	6	D	c	F	W
Coleoptera	Scarabaeidae	6	5	D	d	PF	Y
Coleoptera	Tenebrionida	1	1	ND	r	PF	Z
Dermaptera	-	1	1	ND	r	PF	Z
Diptera	Calliphoridae	1	1	ND	r	PF	Z
Diptera	Muscidae	6	4	D	d	PF	Y
Diptera	Tipulidae	10	6	D	c	F	W
Diptera	Syrphidae	9	6	D	c	F	W
Hemiptera	Cercopidae *	63	9	D	ma	MF	W
Hemiptera	Cicadellidae	34	9	D	ma	MF	W
Hemiptera	Pyrhocorida	10	3	D	c	F	Y
Hemiptera	Pentatomidae	6	6	D	d	PF	W
Hymenoptera	Ichneumonid	3	3	ND	r	PF	Y
Hymenoptera	Formicidae *	22	8	D	ma	MF	W
Hymenoptera	Vespidae	5	4	ND	d	PF	Y
Lepidoptera	Satyridae *	39	9	D	ma	MF	W
Lepidoptera	Saturniidae *	22	8	D	ma	MF	W
Lepidoptera	Noctuidae	7	6	D	c	F	W
Lepidoptera	Pieridae	7	5	D	c	F	Y
Lepidoptera	Nymphalidae	2	2	ND	r	PF	Z
Orthoptera	Acrididae	14	6	D	c	F	W

* Famílias predominantes (indicadores)

Índice de Diversidade (Shannon-Weaver) $H = 2.5651$

Índice de Riqueza (Margalef) $\alpha = 3.7198$

Índice de Uniformidade ou Equitabilidade $E = 0.8298$

Notas: D = dominante, ND = não dominante, ma = muito abundante, a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = rara, MF = muito frequente, F = frequente, PF = pouco frequente, W = constante, Y = acessória, Z = accidental.

Fonte: Os autores, com dados da pesquisa

Tabela 3. Análise Faunística do levantamento de insetos na área de Integração Lavoura-Pecuária, do NITA/UFPR.

INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA							
Ordem	Família	N.Indivíduos	N.Coletas	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
Hemiptera	Cicadellidae *	30	8	D	ma	MF	W
Hemiptera	Cercopidae *	92	9	D	ma	MF	W
Hemiptera	Reduviidae	7	4	D	c	F	Y
Hymenoptera	Formicidae	14	8	D	c	F	W
Lepidoptera	Noctuidae	5	3	ND	d	PF	Y
Lepidoptera	Satyridae	19	8	D	c	F	W
Lepidoptera	Danainae	2	2	ND	r	PF	Z
Lepidoptera	Nymphalidae	6	5	D	d	PF	Y
Lepidoptera	Hesperiidae	2	2	ND	r	PF	Z
Lepidoptera	Pieridae	12	8	D	c	F	W
Diptera	Tipulidae	21	9	D	c	F	W
Diptera	Syrphidae	9	7	D	c	F	W
Diptera	Muscidae	13	6	D	c	F	W
Diptera	Asilidae	4	3	ND	d	PF	Y
Coleoptera	Melyridae	21	7	D	c	F	W
Coleoptera	Byturidae	1	1	ND	r	PF	Z
Odonata	Libellulidae	1	1	ND	r	PF	Z
Orthoptera	Acrididae *	38	8	D	ma	MF	W
* Famílias predominantes (indicadores)							
Índice de Diversidade (Shannon-Weaner)		H = 2.3244					
Índice de Riqueza (Margalef)		ALFA = 2.9857					
Índice de Uniformidade ou Equitabilidade		E = 0.8042					

Fonte: Os autores, com dados da pesquisa

Notas: D = dominante, ND = não dominante, ma = muito abundante, a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = rara, MF = muito frequente, F = frequente, PF = pouco frequente, W = constante, Y = acessória, Z = acidental.

Já os insetos das famílias *Satyridae* (*Lepidoptera*) e *Formicidae* (*Hymenoptera*) foram indicadores nos tratamentos de ILPF e F, sendo *Papilionidae* (*Lepidoptera*) indicadora também na Floresta (Tabela 4). Salazar et. al. (2015) encontraram grupos taxonômicos específicos apenas em um sistema Agroflorestal, estudando diferentes arranjos na Amazônia colombiana, que pode ser considerada como uma resposta à configuração relacionada sob as condições de temperatura e disponibilidade de matéria orgânica.

A área sob sistema de manejo Florestal (Tabela 4) apresentou maior índice de diversidade [$H' = 2,805$], riqueza [$\alpha = 4,129$] e equitabilidade [$E' = 0,895$], como pode ser diferindo estatisticamente dos outros tratamentos [$p < 0,05$], ILPF e ILP, que apresentaram valores inferiores respectivamente e não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 5).

Tabela 4. Análise Faunística do levantamento de insetos na área de Floresta, do NITA/UFPR.

FLORESTA							
Ordem	Família	N.Indivíduos	N.Coletas	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
Coleoptera	Chrysomelidae	3	3	ND	r	PF	Y
Diptera	Muscidae	8	4	D	c	F	Y
Diptera	Syrphidae	8	4	D	c	F	Y
Diptera	Calliphoridae	6	4	D	c	F	Y
Diptera	Asilidae	13	5	D	a	MF	Y
Diptera	Tipulidae	13	6	D	a	MF	W
Diptera	Sarcophagidae	10	6	D	c	F	W
Diptera	Tachinidae	6	3	D	c	F	Y
Hemiptera	Reduviidae	4	4	ND	r	PF	Y
Hemiptera	Cercopidae	7	4	D	c	F	Y
Hemiptera	Miridae	2	2	ND	r	PF	Z
Hemiptera	Coreidae	2	2	ND	r	PF	Z
Hymenoptera	Ichneumonidae	6	5	D	c	F	Y
Hymenoptera	Apidae	6	5	D	c	F	Y
Hymenoptera	Formicidae *	27	9	D	ma	MF	W
Lepidoptera	Satyridae *	40	8	D	ma	MF	W
Lepidoptera	Papilionidae *	14	6	D	ma	MF	W
Lepidoptera	Hesperiidae	3	2	ND	r	PF	Z
Lepidoptera	Danainae	4	2	ND	r	PF	Z
Lepidoptera	Nymphalidae	7	6	D	c	F	W
Lepidoptera	Saturniidae	5	5	ND	d	PF	Y
Lepidoptera	Pieridae	2	2	ND	r	PF	Z
Orthoptera	Acrididae	10	7	D	c	F	W
* Famílias predominantes (indicadores)							
Índice de Diversidade (Shannon-Weaner)			H = 2.8054				
Índice de Riqueza (Margalef)			$\alpha = 4.1292$				
Índice de Uniformidade ou Equitabilidade			E = 0.8947				

Fonte: Os autores, com dados da pesquisa

Notas: D = dominante, ND = não dominante, ma = muito abundante, a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = rara, MF = muito frequente, F = frequente, PF = pouco frequente, W = constante, Y = acessória, Z = acidental.

Tabela 5. Análise de variância e Teste de Tukey, a 5% de significância, dos Índices de diversidade (Shannon) que diferiram estatisticamente entre os tratamentos.

Causas	GL	SQ	QM	F	Prob{>F}
Blocos	1	0,00	0,00	0,00	0,9713
Tratamentos	2	0,82	0,41	46,53	0,0000 **
Resíduo	20	0,18	0,01		
Total	23	1,00			

Nível de significância: **: 1%; *: 5%.

Teste de Tukey a 5%			
	Média geral	Tratamentos	Médias Signif
	2,43	F	2,68 a
	Desvio-padrão 0,09	ILPF	2,34 b
	Diferença mínima significativa 0,12	ILP	2,26 b
	Coefficiente de variação % 3,88		

Nota: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

Fonte: Os autores, com dados da pesquisa.

As famílias *Cercopidae* e *Cicadellidae* foram as mais frequentes nas áreas com pastagem. O tratamento Floresta apresentou predominância de *Lepidopteras* e *Formicidae* e maior diversidade faunística que os sistemas de manejo ILP e ILPF indicando que, quanto maior a variabilidade de espécies florais, maior a diversidade de insetos presentes no ambiente, tornando o ambiente mais sustentável. Segundo Asteraki *et al.* (1995) os restos florestais são estimados ambientes naturais de insetos predadores, contribuindo, muitas vezes, para o aparecimento de inimigos naturais nas plantações. Tais elementos possuem valor econômico e sua presença deve ser preservada ou introduzida nos agroecossistemas.

Isso nos traz aspectos relevantes para a decisão do sistema de manejo a ser escolhido quando se leva em conta a sustentabilidade do sistema, onde ambientes com maior biodiversidade tendem a impactar menos os recursos naturais disponíveis. Análises como essa são interessantes quando se busca olhar para aspectos incomuns do processo analítico de sustentabilidade, ou seja, fatores que raramente são considerados na avaliação de sistemas de manejo sustentável.

É preciso olhar além das questões econômicas e saber balancear o que realmente é importante e necessário e o que irá impactar, positivamente ou não, nas gerações futuras, de modo a fazer uso dos recursos naturais disponíveis para satisfazer nossas necessidades atuais de modo a não prejudicar a oferta desses recursos para que as gerações futuras suprem as suas.

6 CONCLUSÕES

Com base nas inúmeras preocupações que diversas entidades e lugares ao redor do mundo vêm apresentando em relação à sustentabilidade, nos propomos a realizar esta pesquisa através do levantamento populacional de insetos, com a finalidade de identificar a diversidade dos mesmos, em diferentes sistemas de uso do solo, sob sistema orgânico, como ferramenta para discussões e proposição de sistemas agrícolas sustentáveis.

Desta forma, segundo os resultados obtidos, concluiu-se que a área com Floresta apresentou predominância de *Lepidopteras* e *Formicidae* e maior diversidade faunística que os sistemas de manejo ILP e ILPF indicando que, quanto maior a variabilidade de espécies florais, maior a diversidade de insetos presentes no ambiente e com isso, maior seu nível de sustentabilidade.

O tratamento Floresta, apesar de possuir uma diversidade menor de plantas com fins econômicos, por exemplo, foi o que apresentou maior diversidade de insetos, o que pode estar relacionado ao seu nível de manejo menos intenso, ou seja, menor intervenção humana, proporcionando um ambiente mais equilibrado para o desenvolvimento de diferentes espécies e, com isso, um ambiente mais sustentável.

A análise também mostrou que quanto mais diversificado o arranjo, há mais chances do sistema criar um ambiente viável à prosperidade de diferentes insetos, facilitando o manejo integrado de pragas podendo levar a uma diminuição da utilização de agroquímicos que, se utilizados erroneamente, podem vir a contaminar o meio ambiente.

Esta medição confirma a hipótese de servir como um indicador de mensuração e sustentabilidade, dando conta da necessidade de se pensar o desenvolvimento sustentável, por sua via interdisciplinar, considerando dimensões puramente agrônomicas e econômicas, pelo enfoque da entomologia. Esta discussão ampliada fornece subsídios ao processo decisório interno das organizações, viabilizando um planejamento que atenda à preservação dos recursos no curto prazo (nos ciclos produtivos), mas também em um horizonte intergeracional.

Desta forma, o trabalho contribui trazendo novos olhares a respeito de ferramentas conhecidas, de modo a dar sustentação para escolha de sistemas de produção economicamente viáveis, que impactem cada vez menos e ainda possam preservar os recursos naturais disponíveis para as futuras gerações.

Algumas das limitações do estudo são: o número reduzido de tratamentos, onde poderiam ser abordados mais sistemas de produção, o tempo de coleta das amostras, as quais poderiam ter um acompanhamento contínuo, de modo a poder comparar a evolução dos diferentes sistemas. O estudo também poderia ser aplicado em outras regiões a fim de conhecer o impacto dos aspectos regionais na biodiversidade dentro desses sistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTERAKI, E. J.; *et al.* 1995. The influence of different types of grassland field margin on carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities. **Agriculture, Ecosystem & Environment** 54: 195-202.
- BERGLUND, T. GERICKE, N., & CHANG-RUNDGREN, S-N. (2014). The implementation of education for sustainable development in Sweden: Investigating the sustainability consciousness among upper secondary students. **Research in Science & Technological Education**, 32(3), 318–339.
- BRASÍLIA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS). **Integração Lavoura Pecuária. Cartilha do Produtor. Brasília**, 2007. 18 p.
- CAMPANHOLA, C. Processos e pressões antrópicas que degradam a biodiversidade: estudos de casos. p. 89 - 91. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Eds.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Vozes, 2001. 432 p.
- CANTARELLI, E. B. *et al.* Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 607-616, Sept. 2015.
- CAVALTANTI, C. Concepções da Economia Ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos Avançados**, v.34(68), p.53-68. São Paulo, 2010.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DIAS, F. P.; *et al.* Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Agropecuária Tropical**, v.37(1), p. 38-44, Goiânia, GO, 2007.
- ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford: **Capstone Publishing**, 1997.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
- FRIZZAS M. R.; *et al.* Avaliação da comunidade de insetos durante o ciclo da cultura do milho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Piracicaba - SP, v. 2, p. 9-24, 2003.

GIDDINGS, B., HOPWOOD, B., & O'BRIEN, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. **Sustainable Development**, 10(4), 187–196.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, A. S. **Análise de dados Ecológicos**. Universidade Federal Fluminense, Instituto de Biologia, Centro de Estudos Gerais, Departamento De Biologia Marinha. Niterói, 2004.

GRI - *Global Reporting Initiative*. **Index** 2013. Disponível em:
<<https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Portuguese-G3-Reporting-Guidelines.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

HOLLOWAY, J.D.; BRADLEY, J.D.; CARTER, J.D. CIE guides to insects of importance to man. Lepidoptera, 1. **C.A.B. International**, Wallingford, 1987. 262p.

HECTOR, A.; *et al.* (2010) General stabilizing effects of plant diversity on grassland productivity through population asynchrony andoveryielding. **Ecology**, 91, 2213–2220

IAPAR. **Monitoramento Agroclimático**. Disponível em:
<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=667>>. Acesso em: 17 Mar. 2016.

KLENK, L. A. Macrofauna Invertebrada Edáfica em pastagem com pastoreio rotativo sob diferentes preparos orgânicos em condições subtropicais no sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo, Área de Concentração em Biologia do Solo) - Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LAROCA, S. **Ecologia**: Princípios e métodos. Petrópolis: Vozes, 1995. 197 p.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.133-146, 2009 (supl. especial).

MAGURRAN, A.E. Measuring biological diversity. Oxford: **Blackwell Publishing**, 2004. 256 p.

MARGALEF, R. **Diversidad de especies en las comunidades naturales**. Publicaciones del Instituto de Biologia Aplicada de Barcelona, Barcelona, v.6, p.59-72. 1951.

MELO, F. V.; *et al.* A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, jan-abr. 2009.

MENEZES, C. E. G.; *et al.* Macrofauna edáfica em estágios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiras (RJ), **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 33, p. 1647-1656, 2009.

- MITCHELL, KJ; *et al.* (1996). Análise genética de genes Netrin em *Drosophila*: Netrins guiam os axônios comissurais do SNC e os axônios motores periféricos. **Neuron** 17 (2) : 203-215.
- MORAES, R. C. B.; *et al.* Software para análise faunística. In: 8º Simpósio de controle biológico. 2003, S. Pedro, SP. **Anais do 8º Siconbiol**, v.1, n.1, p. 195.
- NICHOLS, E.; *et al.* Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**, Essex, v. 141, n. 6, p. 1461-1474, Jun. 2008.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983. 434p.
- ONU, **Organização das Nações Unidas**. Agenda 2030. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods5/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.
- PASCHOAL, A. Lavoura sem contraindicação. **Manual de Agricultura Orgânica**, p.6-9, 1990.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- SEVERO, E. A.; GUIMARÃES, J. C. F.; DORION, E. C. H.; NODARI, C. H. Cleaner production, environmental sustainability and organizational performance: an empirical study in the Brazilian metal-mechanic industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 96, p. 118-125. 2015.
- SILVEIRA NETO, S. *et al.* Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Sci. agric.** (Piracicaba, Brasil), Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 9-15, 1995.
- STIGLITZ, J.E.; SEN, A.K; FITOUSSE, J.P. **Report by the Comission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/118025/118123/Fitoussi+Commission+report>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- SUAREZ SALAZAR, J. C.; *et al.* Macrofauna edáfica asociada con sistemas agroforestales en la Amazonía Colombiana. **Acta Agron.**, Palmira, v.64, n.3, p. 214-220, July 2015.
- THOMANZINI, M.J., THOMANZINI, A.P.B.W. Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no Sudeste Acreano. Rio Branco: **Embrapa Acre**, p.41. 2002 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).
- TILMAN, D., REICH, P.B. & KNOPS, J.M.H. (2006) Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. **Nature**, 441, 629–632.
- TILMAN; *et al.* Biodiversidade e funcionamento do ecossistema. **Annu Rev. Ecol. Evol. Syst.** , 45 (2014) , pp. 471 – 493.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VALÉRIO, J.R. Cigarrinhas-das-pastagens: Bioecologia, importância e alternativas de controle. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 4.; **Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo**, 2., 2008, Viçosa. Anais...Ed. O.G. Pereira.Viçosa: UFV; 2008. p. 353-372.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v.33, n.4, p. 743-755, 2009.

VEIGA, J. E. da; EHLERS, E. Diversidade Biológica e Dinamismo Econômico No Meio Rural. p. 19. In: MAY, Peter (org) **Economia do meio ambiente**: teoria e prática, 2ª ed, RJ: Elsevier/Campus, 2010, p. 289-308.

WCED. World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford and New York: **Oxford University Press**, 1987.