

Entomofauna do Solo em Sistemas de Uso da Terra no Município de Gravatá (PE)

Soil Entomofauna in Land Use Systems in the Municipality of Gravatá (PE)

Grazielle Nunes Lopes dos Santos^{*a}; Maria Betânia Galvão dos Santos Freire^b; Maria da Penha Moreira Gonçalves^a; Raynara Ferreira da Silva^a; Moema Barbosa de Sousa^a; Paulo Roberto Dias Marques^a; Giovana Elvira de Melo^c

^aUniversidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Florestais, PE, Brasil.

^bUniversidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências do Solo, PE, Brasil.

^cUniversidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, PE, Brasil.

*E-mail: graziellenuneslopes95@gmail.com

Resumo

A avaliação da entomofauna é fundamental no manejo agrícola, pois sua diversidade influencia a qualidade ambiental dos sistemas edáficos. A abundância e riqueza de diferentes grupos da entomofauna podem permitir inferir sobre importantes propriedades físicas e químicas do solo, que são relacionadas ao estado de conservação do sistema. Neste estudo, foram avaliados a diversidade da entomofauna em mata nativa e em áreas com diferentes práticas de manejo, representadas por plantio puro de mogno africano, sistema agroflorestal e pastagem perene. A pesquisa foi realizada em quatro localidades da Fazenda São Francisco, em Gravatá, Pernambuco. Armadilhas terrestres foram utilizadas para coletar insetos no período de setembro de 2020. Os insetos foram identificados até o nível de ordem e foram calculados diversos índices biológicos, incluindo dominância, abundância, frequência, constância, diversidade, variância H, intervalo de confiança e número de indivíduos. No total, foram coletados e identificados 3.005 indivíduos de diversas ordens, como Collembola, Isoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Protura, Orthoptera, Acarina, Diplopoda, Blattodea, Araneae e indeterminados. Conforme o método utilizado, as ordens Collembola e Diptera foram as mais abundantes em termos de número de indivíduos capturados nos diferentes ambientes. As características e práticas de manejo de cada ambiente contribuíram para a ocorrência de variados grupos de insetos.

Palavras-chave: Insetos Edáficos. Mogno Africano. Pastagem. Sistema Agroflorestal.

Abstract

The evaluation of entomofauna is crucial in agricultural management, as its diversity influences the environmental quality of soil systems. The abundance and richness of different entomofauna groups can provide insights into important physical and chemical soil properties related to the conservation status of the system. In this study, the diversity of entomofauna was assessed in native forest and areas with different management practices, represented by pure planting of African mahogany, agroforestry system, and perennial pasture. The research was conducted in four locations on São Francisco Farm in Gravatá, Pernambuco. Ground traps were used to collect insects during September 2020. Insects were identified up to the order level, and various biological indices were calculated, including dominance, abundance, frequency, constancy, diversity, variance H, confidence interval, and the number of individuals. In total, 3,005 individuals from various orders such as Collembola, Isoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Protura, Orthoptera, Acarina, Diplopoda, Blattodea, Araneae, and undetermined orders were collected and identified. According to the method used, the orders Collembola and Diptera were the most abundant in terms of the number of individuals captured in different environments. The characteristics and management practices of each environment contributed to the occurrence of various insect groups.

Keywords: Edaphic Insects. Pasture. African Mahogany. Agroforestry System.

1 Introdução

Os insetos são organismos superiores que apresentam elevada diversidade amplamente reconhecida nos ecossistemas terrestres, especialmente, quando se trata do sistema edáfico do solo. Os insetos desempenham um importante papel na regulação da funcionalidade dos ambientes, uma vez que estão envolvidos no processo de ciclagem de nutrientes presentes no material orgânico do solo, além de contribuírem para a estruturação e distribuição dos poros no sistema (Machado *et al.*, 2015). Estas propriedades desempenham função importante no equilíbrio dinâmico dos sistemas do solo e influenciam várias características de qualidade, tais como a retenção e disponibilidade de nutrientes, bem como

o armazenamento e infiltração de umidade. No entanto, essa diversidade está ameaçada, em função, principalmente, das atividades humanas, que repercutem na perda de habitats, alterações climáticas, poluição e introdução de espécies exóticas (Sánchez-Bayo; Wyckuys, 2019).

Estudos já demonstram que a aplicação desenfreada de herbicida pode comprometer a diversidade e densidade de grupos de artrópodes edáficos (Pereira *et al.*, 2018), da mesma forma que manejo extrativista pode ocasionar em perda da diversidade desses organismos, em decorrência do impacto em seus habitats naturais (Maia *et al.*, 2019). Com isso, o estudo da entomofauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo possui grande importância para compreender o nível de qualidade a que o solo está submetido. Esses estudos são

amplamente divulgados para cultivos de setores agrícolas (Carvalho *et al.*, 2009; Diniz *et al.*, 2021; Gomez *et al.*, 2006; Vlahova *et al.*, 2021), bem como estão relacionados para estudos com cultivos florestais (Correia *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2008; Maestri *et al.*, 2013). Nesses casos, a diversidade da entomofauna está sempre associada à qualidade do sistema de condução.

Partindo da premissa de que os resultados disponíveis na literatura acerca do tema ainda são incipientes, a compreensão de como o manejo antrópico afeta sua diversidade são necessários, já que modificam o ambiente natural desses organismos. Dessa forma, esses estudos podem descrever o impacto que diferentes sistemas de cultivo possuem sobre a entomofauna edáfica. Neste estudo, parte-se da hipótese de que a entomofauna é afetada pelo uso do solo e os sistemas de manejo com práticas conservacionistas proporcionam condições mais favoráveis para o aumento de sua diversidade.

O emprego de práticas conservacionistas parece ser a melhor ação mitigadora de impacto positivo sobre a

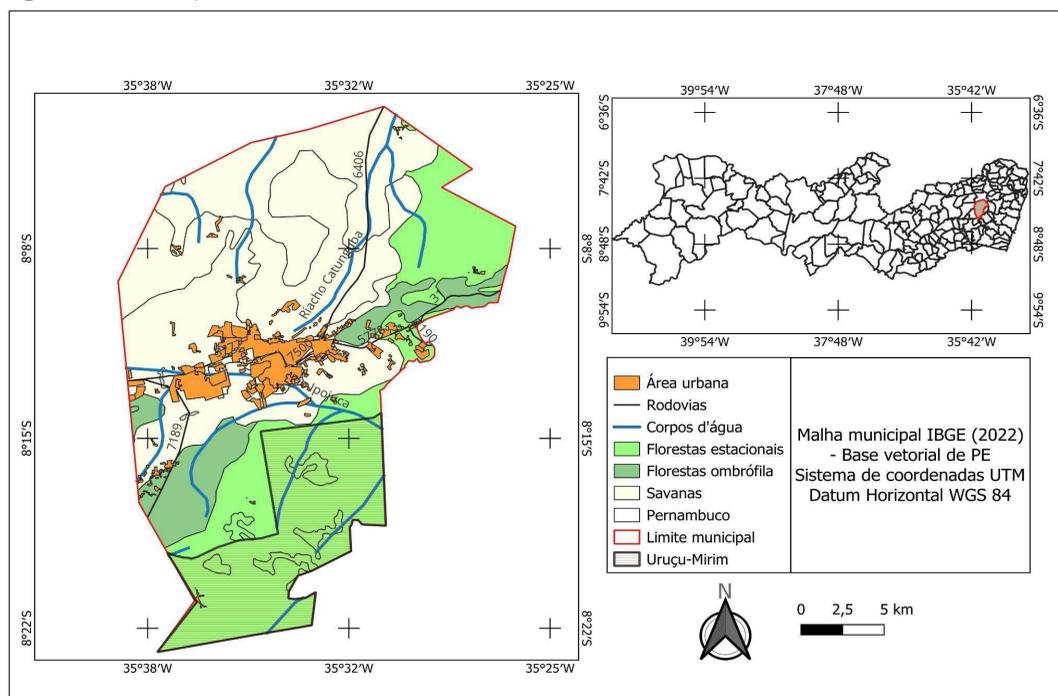
entomofauna, servindo como eixo norteador para o aumento de sua diversidade em uma área agrícola antes empobrecida. Santos *et al.* (2016), por exemplo, fizeram estudo comparativo entre mata ripária de igarapé e sistema agroflorestal com espécies frutíferas, no qual obtiveram grande similaridade entre a entomofauna edáfica dos locais de estudo.

Diante dessa problemática, objetivou-se com o trabalho avaliar a diversidade da entomofauna edáfica de mata nativa e em sistemas com diferentes usos do solo, ambos como indicativo de qualidade ambiental.

2 Material e Métodos

Este estudo foi realizado no período de setembro de 2020, na Fazenda São Francisco, distrito de Uruçu-Mirim, zona rural do município de Gravatá, Pernambuco, distante 84,8 km da capital, Recife (Figura 1). Dentro da propriedade estudada foram selecionados quatro ambientes com distinção no uso do solo: mata nativa, sistema agroflorestal, plantio puro de mogno africano e pastagem.

Figura 1 - Localização da cidade de Gravatá, PE



Fonte: os autores.

A mata nativa consiste em três fragmentos com uma área total de 7,35 ha, caracterizados por uma baixa intervenção humana e uma idade estimada de mais de 100 anos. Os dois fragmentos de pastagem abrangem uma área total de 3,5 ha e têm sido utilizados como pastagens de grau 1 há mais de 30 anos, possuindo de 75% a 100% de cobertura vegetal no solo. A cultivar implementada na área foi pasto da espécie *Brachiaria brizantha*, sem emprego de adubação. Essas áreas de pastagem são destinadas à alimentação de bovinos e equinos, sem um sistema de rotação estabelecido.

As áreas com sistema agroflorestal (SAF) com 2,5

ha, e o plantio puro de mogno africano com 1,4 ha, foram estabelecidos em 2018. Ambos os sistemas consistem na espécie *Khaya senegalensis*. Anteriormente, a área, que era utilizada para o cultivo de inhame, foi convertida em um plantio consorciado de mogno africano com espaçamento de 3,5 x 3,5 m e banana com espaçamento de 0,80 x 0,80 m. Já o segundo cultivo, composto exclusivamente por mogno africano, ocupava uma área anteriormente destinada ao cultivo de milho e foi implantado com um espaçamento de 2 x 3 m. Ambos os ambientes passaram por um processo de limpeza, controle de formigas e cupins, aração e gradagem na camada

superficial do solo, adubação com NPK na proporção 10-10-10 e irrigação nos primeiros meses após o estabelecimento.

Antes de posicionar as armadilhas, foram demarcadas, de forma aleatória, nove parcelas retangulares em cada área (mata nativa, sistema agroflorestal, mogno africano e pastagem), com dimensões de 10 x 20 m. Houve a preocupação de selecionar parcelas com o mesmo tipo de solo e a mesma posição no relevo. Em seguida, para a coleta da entomofauna edáfica, um total de nove armadilhas de queda (pitfall) foram instaladas em cada sistema de uso do solo, totalizando 36 armadilhas. Cada armadilha foi colocada no centro de cada parcela, visando reduzir a influência do efeito de borda na amostragem (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D).

Figura 2 - Detalhes das armadilhas pitfall instaladas nas parcelas em cada cobertura vegetal na fazenda São Francisco, distrito de Uruçu-Mirim, Gravatá-PE. Mata nativa (A), sistema agroflorestal (B), pastagem (C) e plantio de mogno (D)



Fonte: os autores.

Foram utilizadas armadilhas confeccionadas a partir de garrafas de politereftalato de etileno (PET), com capacidade de 2 litros, medindo 15 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro. Essas armadilhas foram enterradas no solo, de modo que a borda ficasse no nível do solo (Figuras 2.A, 2.B, 2.C e 2.D). Para capturar os insetos, cada armadilha foi preenchida com 200 mL de uma solução conservante composta por água, sal e detergente, adaptada de Aquino *et al.* (2006).

Após período de 48 horas no campo, as armadilhas foram removidas e todo o conteúdo de seu interior foi transferido para recipientes de 200 mL previamente esterilizados e identificados. Em seguida, o material foi armazenado em uma geladeira com temperatura de 4°C. Posteriormente, o material foi transportado para o Laboratório de Proteção Florestal, localizado no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

No laboratório, foi realizada a separação dos insetos e aracnídeos das amostras. Ambos os materiais foram transferidos para novos recipientes contendo álcool, 70%. Esses recipientes foram deixados na bancada do laboratório em temperatura ambiente. Em seguida, os táxons foram identificados por meio de um microscópio estereoscópico, com base em características morfológicas e utilizando chaves

de identificação específicas para cada grupo de artrópodes (Gallo *et al.*, 2002; Carrano-Moreira, 2013). A identificação foi realizada até o nível de ordem.

Foram realizados cálculos dos índices de dominância, abundância, frequência e constância, conforme descrito por Silveira Neto *et al.* (1976). Para o índice de abundância, foi considerado o número total de indivíduos amostrados no ambiente e realizado o cálculo do intervalo de confiança (IC) das médias das subfamílias a 5% de probabilidade. As subfamílias foram classificadas em: muito abundantes, quando o número de indivíduos foi maior que o limite superior do IC; abundantes, quando situado entre os limites superiores; comuns, quando dentro do IC; dispersas, quando o número de indivíduos foi menor que os limites inferiores do IC e raras, quando esse número foi menor que o limite inferior do IC (Ludwig; Reynolds, 1988).

A frequência relativa foi determinada dividindo-se o número de indivíduos pertencentes a uma subfamília pelo total de indivíduos coletados, e os resultados foram expressos em forma percentual. O índice de frequência foi derivado da distribuição dos valores em histogramas, sendo posteriormente comparado com base no Intervalo de Confiança (IC). Os resultados foram categorizados como pouco frequentes, frequentes e muito frequentes (Dajoz, 1973). A constância foi avaliada através do cálculo percentual, pelo qual o número de amostras em que a subfamília foi coletada foi multiplicado por 100 e dividido pelo total de amostras (Silveira Neto *et al.*, 1976). As subfamílias foram classificadas em: acidentais, quando coletados em menos de 25% das amostras; acessórias, quando presentes entre 25% e 50% das amostras e constantes quando o gênero foi capturado em mais de 50% das amostras (Silveira Neto *et al.*, 1976).

Além disso, os índices de diversidade, variância H e intervalo de confiança foram calculados utilizando o software estatístico Anafau (Moraes *et al.*, 2003). Para a comparação das médias entre as diferentes áreas avaliadas, foi aplicado o teste de Tukey com um nível de significância de 5%, utilizando o software Sisvar, versão 5.8 (Ferreira, 2018).

A diversidade de uma comunidade está relacionada com a riqueza, isto é, o número de espécies de uma comunidade, e com a abundância, que representa a distribuição do número de indivíduos por espécie. A Diversidade alfa (local), que se refere ao número e abundância de espécies dentro de uma comunidade. Para avaliar a diversidade alfa foram utilizados os valores de riqueza (Alfa): calculado por I , é dada por $I = (n - 1) / \ln N$, em que n representa o número de espécies presentes, e N é o número total de indivíduos encontrados, englobando todas as espécies.

O índice de diversidade de espécies de Shannon-Wiener (H'), considerando a base logarítmica natural, por atribuir maior peso para espécies "raras" (de baixa densidade) na amostra (Magurran, 1988), o qual reflete a uniformidade dos valores de importância ao longo de todas as espécies presentes em uma determinada área. Sua sensibilidade às espécies raras

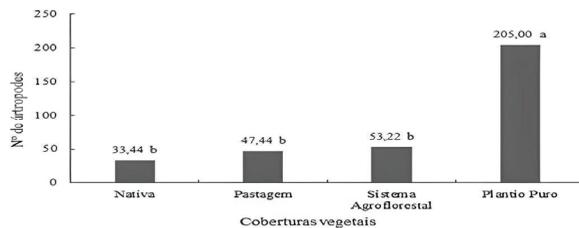
indica que o índice as considera com valor elevado. Valores típicos se situam entre 1 e 3, mas em ambientes florestais tropicais, esses podem ultrapassar 4,0, chegando a 4,5. A magnitude do índice (H') está diretamente relacionada à diversidade florística da comunidade estudada, sendo que valores mais altos indicam uma maior diversidade.

A equabilidade de Pielou (J), ajustada ao índice H' (Magurran, 1988), é uma derivação do índice de diversidade de Shannon, sendo utilizado para expressar a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies presentes. Sua escala varia de zero, indicando uniformidade mínima, até um, representando uniformidade máxima.

3 Resultados e Discussão

Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os sistemas de uso do solo, em relação ao número de artrópodes, com a área de mogno representando a de maior ocorrência de indivíduos (Figura 3). No geral, foi capturado um total de 3.005 indivíduos incluindo os artrópodes na entomofauna do solo, em ordem decrescente: 1.806 na área de plantio puro de mogno, 446 no Sistema Agroflorestal, 432 na pastagem e 321 na mata nativa.

Figura 3 - Ocorrência de artrópodes em números de indivíduos nas diferentes coberturas vegetais estudadas na fazenda São Francisco, distrito de Uruçu-Mirim, Gravatá-PE



Fonte: os autores.

A maior ocorrência de insetos em plantio com apenas uma espécie vegetal também foi encontrada por Dantas *et al.* (2021) em plantio de macieira, cujo número de indivíduos foi de 823, valor superior à área de tomateiro (605) e mata nativa (117). Nessas áreas em que apenas uma espécie é implantada, muitas vezes, o preparo convencional do solo é o manejo empregado e isso pode alterar a biodiversidade do solo (Coelho *et al.*, 2018). Resultados semelhantes foram identificados por Pessotto *et al.* (2020), em diferentes tipos de áreas, incluindo florestamento de *Eucalyptus* ssp. e *Pinus* ssp., lavoura de grãos, solo impactado por construção civil e pastagem natural.

A pesquisa observou maior abundância de indivíduos nas áreas de florestamento, com destaque para a ordem Collembola, que apresentou 310 e 418 indivíduos para *Eucalyptus* ssp. e *Pinus* ssp., respectivamente. Em função da singularidade dessas áreas, caracterizadas pela presença predominante de uma única espécie, o manejo é simplificado, envolvendo a aplicação de produtos que podem ter impactos diretos na entomofauna.

Existe a necessidade de se atentar para o período em que a coleta dos insetos foi realizada. O mês de setembro de 2020, foi o terceiro mês com menor temperatura (21,8 °C) e o sexto com maior umidade (79%) neste ano para o município de Gravatá, tornando essa época do ano propícia para a coleta de insetos terrestres. Goés *et al.* (2021), pesquisando o comportamento de artrópodes, em duas estações do ano (inverno e verão), na região dos Pampas, observaram a maior ocorrência de insetos no período de inverno, no entanto, o número de ordens foi maior no verão. Nesse caso, fica evidente que maior abundância, muitas vezes, não significa maior riqueza de grupos, pois essa elevada abundância pode ser representada pela dominância de um ou dois grupos de insetos.

Alves *et al.* (2008) também observaram maior ocorrência de indivíduos no inverno para região de Caatinga, evidenciando que, por não possuírem sistema de termorregulação, a temperatura ambiental se torna um dos fatores mais importantes no desenvolvimento dos insetos (Rodrigues, 2004). Ainda, segundo esse mesmo autor, a faixa de 15-38 °C é considerada ideal para o desenvolvimento da maioria dos insetos, com temperaturas abaixo de 15 °C, ocasionando mecanismos de hibernação ou mesmo podendo levar à morte. Já para temperaturas acima de 38 °C, as espécies entram em estivação temporária ou também gera eutanásia.

Em relação à umidade ideal para os insetos, está o intervalo de 40-80%, sendo essa faixa propícia a uma maior velocidade de desenvolvimento, longevidade e fecundidade (Rodrigues, 2004). Umidade que esteja acima desta faixa favorece o aparecimento de fungos entomopatogênicos, que prejudicam o desenvolvimento de insetos. Essas informações demonstram que o clima na região estava propício para a presença e captura dos insetos. Já os autores Azevedo *et al.* (2017) coletaram informações sobre a entomofauna em dois ambientes distintos, destacando uma maior densidade de organismos na mata nativa em comparação com a área de cultivo.

Assim sendo, a diminuição da densidade desses organismos pode comprometer o ambiente, resultando em uma menor qualidade biológica para o solo. Isso ressalta a importância de abordagens conservacionistas e práticas agrícolas sustentáveis para preservar a biodiversidade e a saúde do ecossistema.

As ordens mais presentes no estudo foram: Collembola (70,08%), Diptera (12,04%) e Hymenoptera (8,91%), que juntos corresponderam a 91,03% dos insetos coletados. Já em relação à distribuição das ordens em relação aos ambientes, as mais presentes foram Collembola (57,32%) e Diptera (19,31%) na área sob mata nativa; Collembola (32,40%), Diptera (46,52%) e Hymenoptera (15,97%) na área sob pastagem; Collembola (42,15%), Diptera (9,64%) e Hymenoptera (21,97%) na área sob SAF; e Collembola (88,26%), Diptera (3,10%) e Hymenoptera (4,59%) na área sob mogno africano (Quadro 1).

Quadro 1 - Análise faunística das ordens observadas nas diferentes coberturas vegetais estudadas em Gravatá, PE

Mata Nativa							
Ordem	N	Dominância	Abundância	Frequência	Fa	Fr (%)	Constância
Araneae	9	D	C	F	66,66	14,63	W
*Collembola	184	SD	AS	SF	88,88	19,51	W
Diplura	1	ND	D	PF	11,11	2,44	W
*Diptera	62	SD	AS	SF	77,77	17,07	W
Hemiptera	1	ND	D	PF	11,11	2,38	W
*Hymenoptera	18	D	MA	MF	77,77	17,07	W
Protura	3	ND	C	F	22,22	4,88	W
Orthoptera	3	ND	C	F	22,22	4,88	W
Acarina	2	ND	D	PF	22,22	4,88	W
*Coleoptera	20	D	MA	MF	66,66	14,63	W
Total	321	-	-	-	455,55	100	-
Pastagem							
Ordem	N	Dominância	Abundância	Frequência	Fa	Fr (%)	Constância
Araneae	4	ND	MA	F	44,44	11,11	W
*Collembola	140	D	MA	MF	88,88	22,22	W
*Diptera	201	D	MA	MF	100	25	W
Hemiptera	7	D	MA	MF	44,44	10	W
Hymenoptera	69	D	MA	F	77,77	19,44	W
Orthoptera	3	ND	MA	F	33,33	8,33	W
Acarina	6	D	MA	F	33,33	8,33	W
Coleoptera	1	ND	MA	F	11,11	2,78	W
Quilopode	1	ND	MA	F	11,11	2,78	W
Total	432	-	-	-	400	100	-
Sistema Agroflorestal (SAF)							
Ordem	N	Dominância	Abundância	Frequência	Fa	Fr (%)	Constância
Araneae	18	D	C	F	66,66	10,52	W
*Collembola	188	SD	AS	SF	55,55	8,77	W
Diptera	43	D	C	F	77,77	12,28	W
Diplopoda	3	ND	D	PF	11,11	1,75	W
Hemiptera	15	D	C	F	66,66	10,53	W
*Hymenoptera	98	D	MA	MF	100	15,79	W
Protura	5	ND	D	PF	55,55	8,77	W
Orthoptera	9	D	C	F	66,66	10,53	W
*Acarina	58	D	MA	MF	55,55	8,77	W
Coleoptera	4	ND	D	PF	44,44	7,02	W
Indeterminado	5	ND	D	PF	33,33	5,26	W
Total	446	-	-	-	-	100	-
Plantio Puro de Mogno Africano							
Ordem	N	Dominância	Abundância	Frequência	Fa	Fr (%)	Constância
*Araneae	31	SD	AS	SF	88,89	14,81	W
*Collembola	1.594	SD	AS	SF	100	16,67	W
*Diptera	56	SD	AS	SF	88,89	14,81	W
*Hemiptera	16	D	MA	MF	66,67	11,11	W
*Hymenoptera	83	SD	AS	SF	88,89	14,81	W
Protura	2	ND	C	F	11,11	1,85	W
Orthoptera	7	D	C	F	55,56	9,26	W
Coleoptera	6	D	C	F	33,33	5,56	W
Acarina	3	ND	C	F	11,11	1,85	W
Isoptera	3	ND	C	F	11,11	1,85	W
Blatodea	1	ND	D	PF	11,11	1,85	W
Indeterminado	4	ND	C	F	33,33	5,56	W
Total	1806	-	-	-	600	100	-

N = número de indivíduos capturados; ND = não dominante; D = dominante; SD = superdominante; D = disperso; C = comum; A = abundante; MA = muito abundante; AS = superabundante; PF = pouco frequente; F = frequente; MF = muito frequente; SF = superfrequente; e W = constante.

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação à área sob mata nativa, foram encontradas 10 ordens, das quais duas apresentaram predominância (Quadro 1): Collembola (184 indivíduos) e Diptera (62 indivíduos). Essas ordens foram classificadas como superabundantes e superfrequentes, respectivamente. As ordens encontradas, nessa área, foram classificadas como constante. Para as demais ordens, a dominância dos indivíduos foi classificada em 14,64% dominantes e 3,11% não dominantes; quanto à abundância, cerca de 11,83% dos indivíduos são classificados como muito abundantes, 4,67% são comuns e 1,24% são dispersos. Já em relação à frequência, 11,83% dos indivíduos são muito frequentes, 4,67% são frequentes e 1,24% são pouco frequentes.

No SAF, foram encontradas 10 ordens, sendo superdominante a Collembola (188 indivíduos), bem como superabundante e superfrequente (Quadro 2). A taxa de constância foi a mesma para todas as ordens, sendo classificadas como constantes. Em relação às demais ordens, para dominância, os indivíduos se dividiram em dominantes (54,04%) e não dominantes (3,81%). Já para a abundância, 34,97% dos indivíduos são classificados como muito abundantes, 19,05% são comuns e 3,81% são dispersos. Para a frequência, cerca de 34,97% dos indivíduos são muito frequentes, 19,05% são frequentes e 3,81% são pouco frequentes.

Na área de mogno africano, foram encontradas 12 ordens, sendo quatro ordens apresentadas com predominância: Collembola (1.594), Hymenoptera (83), Diptera (56) e Araneae (31). Essas mesmas ordens também foram classificadas como superabundantes e superfrequentes (Quadro 1). Assim como para as demais áreas, a taxa de constância foi constante para todas as ordens. Já para as demais ordens, 16,05% dos indivíduos foram dominantes e 7,19% não foram dominantes. Para a abundância, 0,88% dos indivíduos foram muito abundantes, 1,38% comuns e 0,05% dispersos. Para frequência, 0,88% foram muito frequentes, 1,38% frequentes e 0,05% pouco frequentes.

O elevado número de insetos encontrados na área sob cultivo de mogno (Quadro 1), sendo que cerca de 88% do total é composto, principalmente, pela ordem Collembola. Há de se considerar todos os tratamentos culturais realizados neste sistema, como a aplicação de inseticidas como manejo adotado na propriedade avaliada, visando permitir maior desenvolvimento das árvores. Assim, este aumento dos insetos, em especial Collembola, na área de mogno pode estar associado a esse emprego.

De acordo com Marquine *et al.* (2002), em áreas tropicais, a ação do inseticida pode ser mais branda e, em vez de promover a eliminação dos insetos, pode provocar um efeito contrário, como o aumento dessas populações. As altas temperaturas e precipitação nesses ambientes podem provocar a degradação do inseticida e promover a reprodução e desenvolvimento desses insetos, como afirmado por Paterniani (1990).

Na área de pastagem, foram encontradas 9 ordens,

com duas dessas apresentando predominância (Quadro 1): Collembola (140 indivíduos) e Diptera (201 indivíduos). Essas ordens foram classificadas como dominantes, muito abundantes e muito frequentes. Para a taxa de constância, todas as ordens foram classificadas como constantes. Para as demais, a dominância dos indivíduos foi classificada em dominantes (18,98%) e não dominantes (1,15%). Já a abundância, as demais ordens foram classificadas como muito abundantes e, para a frequência, cerca de 1,62% são muito frequentes e 21,06% são frequentes.

Sabe-se que os insetos estão diretamente relacionados às atividades humanas, como, por exemplo, aquelas de plantio agrícola e florestal. Os mesmos podem provocar prejuízos econômicos quando se comportam como pragas, prejudicando o crescimento e desenvolvimento do indivíduo vegetal. Por causa desse tipo de visão, a importância ecológica e até econômica dos insetos pode ser ofuscada. No entanto, os insetos também exercem benefícios ecológicos, dependendo do objetivo que se quer alcançar ao se considerar a ocorrência desses.

Além do seu importante papel como agente direto no controle biológico de pragas, o conhecimento dos tipos de ordens, que ocorrerão em uma área, pode ditar se aquele determinado local está ou não em processo de desequilíbrio. Entre as coletas realizadas neste trabalho, foram encontradas seis ordens descritas como bioindicadoras: Collembola, Isoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera (Brown, 1997). Partindo da premissa de que os insetos são atores importantes na indicação da qualidade ecológica de um ambiente, pode-se destacar a importância das ordens que mais ocorreram nas coberturas vegetais do presente trabalho. Entre essas se tem a ordem Collembola, na qual os artrópodes são considerados os mais dominantes e abundantes do planeta, sendo distribuídos por todos os Continentes (Martins *et al.*, 2020a).

Especialistas afirmam que existem cerca de 9.000 espécies da ordem Collembola, com a maioria sendo ainda desconhecida (Bellinger *et al.*, 2020). Para tanto, insetos categorizados como colémbolas são considerados bons bioindicadores da qualidade do solo em decorrência de alta sensibilidade em relação às mudanças no sistema, como alteração de pH, teores de matéria orgânica e outros (Machado *et al.*, 2019). Além de que estão diretamente envolvidos com a ciclagem de nutrientes, regulação das populações microbianas e porosidade do solo (Pessoto *et al.*, 2020).

Já a ordem Hymenoptera compreende insetos considerados de maior associação com os humanos. Dentro do grupo estão as formigas, que possuem diversas funções ecológicas, desde pragas até polinizadores de várias plantas (Gullan; Cranston, 2012). Entre as funções atribuídas a essa ordem está a aeração do solo, a decomposição da matéria orgânica e, também, a ciclagem de nutrientes (Brito *et al.*, 2016; Crepaldi *et al.*, 2014). São insetos extremamente sensíveis à perturbação ambiental, com sua inclusão no grupo dos bioindicadores

justificada em função de sua sensibilidade.

Neste trabalho, a ordem Hymenoptera foi encontrada em menor quantidade na área sob mata nativa (Quadro 1). Os insetos dessa ordem capturados em armadilhas terrestres, quase que em sua maioria são compostos por formigas, que estão em abundância no ambiente, especialmente as cortadeiras, que denotam desequilíbrio. Provavelmente, ocorre algum desequilíbrio ambiental nas áreas cultivadas quando comparadas à área de vegetação nativa, já que a ocorrência de coleópteros indica um local de maior qualidade e as formigas evidenciam um ambiente com desequilíbrio. Por terem seu suprimento alimentar desequilibrado, quando se faz um plantio florestal, a população de formigas tende a crescer, provocando prejuízos econômicos nos povoamentos florestais.

A área sob mata nativa apresentou o maior número de indivíduos da ordem Coleoptera, sendo 20 vezes maior do que a pastagem, 5 vezes superior ao SAF e 3,3 vezes maior que na área sob mogno. Os coleópteros, por apresentarem natureza sedentária, são mais vulneráveis às mudanças ambientais, sendo sua distribuição local influenciada pelo tipo de cobertura vegetal (Halter; Arellano, 2002; Kimberling *et al.*, 2001). Corroborando com esse resultado, Moço *et al.* (2005), estudando a diversidade de insetos em coberturas vegetais, verificaram a maior quantidade de coleópteros na área de vegetação nativa, cerca de 37% dos insetos capturados.

Os coleópteros, em número de espécies, são os que apresentam maior riqueza (Hamada; Nessimian; Querino, 2014). Com um elevado número de espécies, suas funções no meio ambiente também são diversificadas, atuando como predadores, polinizadores, decompositores e dispersores de sementes, além de reciclarem a matéria orgânica e aumentarem a produtividade do solo (Davis *et al.*, 2001). Por conta disso, esse grupo tem importância como indicador ecológico, podendo responder às diferenças estruturais entre coberturas vegetais (Azevedo *et al.*, 2011). Além disso, são insetos que promovem a remoção e reingresso da matéria orgânica no ciclo de nutrientes, contribuindo na aeração do solo e aumentando sua capacidade produtiva (Milhomem; Mello; Diniz, 2003).

A ordem Hemiptera, representada pelos barbeiros, percevejos, cigarras e outros, alimentam-se da seiva de plantas e, também, da hemolinfa de outros insetos, contribuindo assim para o controle biológico (Borges; Silva; Gimenez, 2018). Também são sensíveis ao uso de produtos químicos e considerados bons indicadores de distúrbios em cultivos, níveis de poluição e plantas invasoras (Wink *et al.*, 2005). Os dípteros, além de possuírem importância veterinária, também são relevantes para o meio agrícola por serem usados na identificação de estágios sucessionais e no grau de antropização da área em que estão distribuídos (Oliveira *et al.*, 2014).

A ordem Isoptera, representada pelos cupins, atuam na distribuição da matéria orgânica ao construírem suas

galerias no solo, provocando mudanças em sua estrutura e, consequentemente, em sua fertilidade (Wink *et al.*, 2005). Também estão relacionados ao transporte de água e gases, sendo responsáveis pela criação de micro-habitats para outros grupos de organismos (Büchs, 2003). Além disso, esses insetos podem ser usados para identificar o acúmulo de metais pesados no solo (Berti Filho, 1995).

Perante a importância dos insetos como bioindicadores de qualidade, na literatura também é encontrada a ocorrência desses animais em ecossistemas similares ao desta pesquisa (Borges; Silva; Gimenez, 2018; Klein; Cericato; Preuss, 2016; Martins *et al.*, 2020b; Oliveira *et al.*, 2014; Pessotto *et al.*, 2020; Tacca; Klein; Preuss, 2017).

Os usos do solo sob SAF e mogno africano apresentaram os maiores índices de diversidade ($H' = 1,73$ e $1,77$, respectivamente), que podem ser visualizados no Quadro 2. Para o índice de equitabilidade, as áreas sob mogno, SAF e mata nativa apresentaram os maiores valores ($E = 0,75$; $0,78$ e $0,85$, respectivamente). A maior riqueza, constatada pelo índice de Margalef, foi observada nas áreas sob mogno africano e SAF ($Alfa = 1,87$ e $1,62$, respectivamente). Esses resultados demonstram que, nessas coberturas vegetais, os grupos de insetos são mais distribuídos, uniformes e mais frequentes.

Os maiores valores nos índices de diversidade (Quadro 2) corroboram com os valores obtidos para a quantidade de insetos (Figura 3), em que a área sob mogno apresentou os maiores valores para a quantidade de insetos. Provavelmente, essa maior diversidade de insetos nesse uso do solo tenha sido influenciada pelo acentuado sub-bosque que se formou na área, em função da ausência de capina das plantas daninhas que cresceram nas entrelinhas. O sub-bosque, nesse caso, pode estar atuando como um pequeno ecossistema, contribuindo para o equilíbrio da diversidade de insetos. Arelado a isso, pode ter ocorrido influência da adubação química no momento do plantio das mudas, além da irrigação que as plantas receberam durante o primeiro ano de estabelecimento do plantio.

Quadro 2 - Índices de Shannon-Weaner (H), Limite de confiança, Margalef (Alfa) e Uniformidade (E) calculados para cada cobertura vegetal

Cobertura Vegetal	H	Limite de Confiança (H)		Alfa	E
		Inferior	Superior		
Mata nativa	1,5380	1,5033	1,5582	1,4906	0,7867
Pastagem	1,1826	1,1788	1,1862	1,1566	0,5687
Sistema agroflorestal	1,7393	1,7322	1,7663	1,6208	0,7554
Plantio Puro de Mogno	1,7792	1,7435	1,8148	1,8728	0,8556

Onde: H = índice de diversidade (Shannon-Weaner); Alfa = índice de riqueza (Margalef); J = índice de uniformidade ou equitabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

Os insetos são excelentes indicadores ambientais por também estarem relacionados às propriedades do solo. A

matéria orgânica do solo se torna necessária para variadas ordens de insetos, que a utilizam como fonte de alimento. Algumas espécies de coleópteros atuam na fragmentação e transporte de matéria orgânica (Pompeu *et al.*, 2016), outros são saprófagos, ou seja, alimentam-se de matéria orgânica em decomposição, logo, ambientes ricos em matéria orgânica tendem a ser abundantes em coleópteros. Sendo assim, foi possível observar neste estudo a relação direta entre a matéria orgânica determinada no estudo químico do solo nesta mesma área (Santos, 2021) e o número de coleópteros, estando evidenciado na área sob mata nativa, que teve os maiores teores de matéria orgânica na camada superficial do solo (36,45 g kg⁻¹), como também maior número coleópteros (20).

Segundo Lima *et al.* (2010), sistemas agroflorestais são propícios para a ocorrência de formigas (Hymenoptera), em função das condições de cobertura vegetal (serapilheira) que esses sistemas proporcionam ao disponibilizarem alimentação e habitat. O fato da área sob SAF ter apresentado grande aporte de serapilheira (159,21 Mg ha⁻¹) (Santos, 2021) pode ter influenciado no elevado número de indivíduos (98) dessa ordem nesse sistema de uso do solo. Além de atuarem como dispersores, contribuindo para a diversidade vegetal, esses insetos são considerados engenheiros do ecossistema, justamente pelos benefícios que suas atividades proporcionam ao ambiente.

4 Conclusão

Foi constatado que a área com plantio puro de mogno africano apresentou maior abundância e riqueza de insetos em comparação às outras áreas. Além disso, os índices de equitabilidade e diversidade da entomofauna também foram mais elevados nesta área, indicando que, dentro do contexto deste estudo, essa área proporciona condições mais favoráveis para a diversidade de insetos.

No nível de ordem, observou-se que Collembola estava presente em todas as áreas e apresentou maior abundância. Isso indica que o manejo adotado nessas áreas não foi um fator limitante para o desenvolvimento desses artrópodes. É importante destacar a necessidade de realizar pesquisas adicionais em relação às escalas temporais nessa área, na intenção de melhorar o entendimento sobre a dinâmica, distribuição e diversidade desses grupos da entomofauna edáfica.

Referências

ALVES, S.B. *et al.* Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América latina. In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B. Controle microbiano de pragas na América Latina: Avanços e desafios. São Paulo: FAELQ, 2008. p.69-110.

AQUINO, A.M.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; QUEIROZ, J.M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilha de queda (“pitfall-traps”). *Circular Técnica* 18, p.9, 2006. doi: 10.13140/RG.2.2.17173.88803

AZEVEDO, F.R. *et al.* Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano.

Rev. Ceres, v.58, n.6, p.740-748, 2011. doi: 10.1590/S0034-737X2011000600010.

AZEVEDO, V.A.N.; SILVINO, A.C.S.; BRAGA, P.E.T. Entomofauna edáfica em diferentes ambientes de Ipu, estado do Ceará. *Rev. Princ.*, v.1, n.36, p.125-131, 2017. doi: 10.18265/1517-03062015v1n36p125-131.

BELLINGER, P.F.; CHRISTIANSEN, K.A.; JANSSENS, F. Checklist of the Collembola of the World. 2020. Disponível: <http://www.Collembola.org>.

BERTI FILHO, E. Cupins e florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L.R. (Org.). Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.127-140.

BORGES, T.N.; SILVA, R.; GIMENEZ, A. Inventariamento da entomofauna em fragmentos de vegetação em área turística e mata nativa. *UNIFUNEC Ciênc. Saúde Biol.*, v.2, n.4, p.1-12, 2018. doi: 10.24980/ucs.v2i4.3301.

BRITO, M.F. *et al.* Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 51, n. 3, p. 253–260, 2016. doi: 10.1590/S0100-204X2016000300007.

BROWN, K.S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: Insects as indicators for conservation monitoring. *J. Insect Conserv.*, v.1, n.1, p.25-42, 1997. doi: 10.1023/A:1018422807610.

BÜCHS, W. Biodiversity and agri-environmental indicators - General scopes and skills with special reference to the habitat level. *Agricult., Ecosystems Environ.*, v.98, n.1-3, p.35-78, 2003. doi: 10.1016/S0167-8809(03)00070-7.

CARRANO-MOREIRA, A.F. Manejo integrado de pragas florestais – fundamentos ecológicos, conceitos e táticas de controle. Technical Books,

CARVALHO, R.S. *et al.* Entomofauna associada a citros em dois sistemas: manejo convencional com área de capina e cultivo intercalar com feijão-de-porco. Embrapa Mandioca e Fruticultura – *Circular Técnica* 93 (INFOTECA-E). 2009. 6 p.

COELHO, J.V. *et al.* Diversidade da fauna edáfica de um latossolo vermelho-amarelo sob diferentes usos no cerrado piauiense. *Rev. Bras. Gestão Amb. Sustentab.*, v.5, n.10, p.665-663, 2018. doi: 10.21438/rbgas.051018.

CORREIA, R.G. *et al.* Coleopterans prospection associated to forest ecosystems of *Swietenia macrophylla* (King), Eastern Amazonia. *Ciênc. Agrárias*, v.40, n.5, p.1775-1788, 2019. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p1775.

CREPALDI, R.A. *et al.* Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura- pecuária. *Ciênc. Rural*, v.44, n.5, p.781-787, 2014. doi: 10.1590/s0103-84782014000500004.

DAJOZ, R. *Ecologia geral*. Petrópolis: Vozes, 1973.

DANTAS, J.O. *et al.* Artrópodes e microbiota do solo em sistema agroecológico de produção no semiárido nordestino, Simão Dias, Sergipe. *Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável*. Guarujá: Científica Digital, 2021. doi: 10.37885/201202534.

DAVIS, A.J. *et al.* Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. *J. Appl. Ecol.*, v.38, n.3, p.593-616, 2001. doi: 10.1046/j.1365-2664.2001.00619.x.

DINIZ, M.A. *et al.* Avaliação da entomofauna do solo em cana-de-açúcar convencional em diferentes cortes. *Braz. J. Anim. Environ. Res.*, v.4, n.4, p.5903-5920, 2021. doi: 10.34188/bjaerv4n4-085.

FERREIRA, D.F. Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados. 2018. Versão 5.8. Lavras: Universidade

Federal de Lavras.

FERREIRA, R. A. *et al.* Revisão bibliográfica da entomofauna observada na cultura da teca (*Tectona grandis* L.f), no campo. *Rev. Cient. Eletr. Eng. Florestal*, v.7, n.12, 2008.

GOÉS, Q.R. *et al.* Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa. *Ciênc. Florestal*, v. 31, n.1, p.123-144, 2021. doi: 10.5902/1980509832130.

GALLO, D. *et al.* Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 920p. 315, 2002.

PRATISSOLI, D. *et al.* Seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley 336 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. *Bol. Sanid Veg. Plagas*, v. 35, p.337-347, 2009.

GOMEZ, S.A. *et al.* Entomofauna associada à cultura da mandioca na região sul de Mato Grosso do Sul. *Embrapa Agropecuária Oeste*. 2006.

GULLAN, P.J; CRANSTRON, P.S. Os insetos. Um resumo de entomologia. São Paulo: Roca, 2012.

HALTER, G.; ARELLANO, L. Response of dung beetle diversity to humanin duced changes in a tropical landscape. *Biotropica*, v.34, p.144-154, 2022. doi: 10.1111/j.1744-7429.2002.tb00250.x

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L; QUERINO, R.B. Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus: INPA, 2014.

KIMBERLING, D.N.; KARR, J.R.; FORE, L.S. Measuring human disturbance using terrestrial invertebrates in the shrub-steppe of eastern Washington (USA). *Ecol. Indicators*, v.19, p.63-81, 2001. doi:10.1016/S1470-160X(01)00009-7.

KLEIN, I.; CERICATO, A.; PREUSS, J.F. Entomofauna associada à cultura de milho transgênico (bt) e convencional no município de Iraceminha, Santa Catarina, Brasil. *Unoesc Ciênc.* – ACBS, v.7, n.2, p.167-174, 2016.

LIMA, S.S. *et al.* Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. *Pesq. Agropec. Brasileira*, v. 45, n. 3, p. 322-331, 2010. doi: 10.1590/S0100-204X2010000300013.

LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. USA: John Wiley & Sons, 1988.

MACHADO, D.L. *et al.* Fauna edáfica na dinâmica sucessional da mata atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do rio Paraíba do sul – RJ. *Ciênc. Florestal*, v.25, n.1, p.91-106, 2015. doi: 10.1590/1980-509820152505091.

MACHADO, J. S. *et al.* Morphological diversity of springtails (Hexapoda: Collembola) as soil quality bioindicators in land use systems. *Biota Neotrop*, v.19, n.1, p.1-11, 2019. doi: 10.1590/1676-0611-BN-2018-0618.

MAESTRI, R. *et al.* Efeito de mata nativa e bosque de eucalipto sobre a riqueza de artrópodes na serapilheira. *Perspectiva*, v.37, p.31-40, 2013. doi: 10.15536/thema.14.2017.249-261.456.

MAIA, L. S. *et al.* Entomofauna diversity in areas of Caatinga under forest management in the semi-arid region of Ceará. *Comunicata Sci.*, v.10, n.1, p.10-20, 2019. doi: 10.14295/cs.v10i1.2422.

Magurran, A. E. Diversidade Ecológica e Suas Medidas. Imprensa da Universidade de Princeton, Princeton, NJ, 1988. doi:10.1007/978-94-015-7358-0

MARQUINE, F. *et al.* Response of arthropods associated with the canopy of common beans subjected to imidacloprid spraying. *J. Appl. Entomol.*, v.126, p. 550-556, 2022. doi: 10.1046/j.1439-0418.2002.00702.x.

MARTINS, A. M. *et al.* Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil. *Bol. Museu Paraen. Emílio Goeldi – Ciênc. Nat.*, v. 15, n. 2, p. 393-407, 2020a. doi: 10.46357/bcnaturais.v15i2.110.

MARTINS, L.M.O. Diversidade de insetos edáficos detritívoros na área experimental do IFAC- Campus Cruzeiro do Sul, 2020b.

MILHOMEM, M.S.; MELLO, F.Z.V.; DINIZ, I.R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.38, n.11, p.1249-1256, 2003.

MOÇO, M.K.S. *et al.* Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, v.29, p.555-564, 2005. doi: 10.1590/S0100-06832005000400008.

MORAES, R.C.B. *et al.* Software para análise faunística. In: 8º SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO. S. Pedro, SP. Anais... Siconbiol., v.1, n.1, p.195, 2003.

OLIVEIRA, M, A. *et al.* Bioindicadores ambientais: Insetos como um instrumento desta avaliação. *Rev. Ceres.*, v.61, p.800-807, 2014. doi: 10.1590/0034-737X201461000005.

PATERNIANI, E. Maize Breeding in the Tropics. *Plant Sci.*, v.9, n.2, p.125-154, 1990. doi: 10.1080/07352689009382285.

PEREIRA, J.L. *et al.* Edaphic entomofauna variation depending on glyphosate application in roundup ready soybean crops. *Planta Daninha*, v.36, 2018. doi: 10.1590/S0100-83582018360100110 .

PESSOTTO, M.D F. *et al.* Relação do uso do solo com a diversidade e a atividade da fauna edáfica. *Nativa*, v.8, n.3, p.397-402, 2020. doi: 10.31413/nativa.v8i3.9769.

POMPEU, P. N. *et al.* Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. *Rev. Sci. Agrár.*, v.17, n.1, p.16-28, 2016. doi: 10.5380/rsa.v17i1.46726.

RODRIGUES, W.C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. *Info Insetos*, v.1, n.4, p.1-4, 2004.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K.A.G. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biol. Conserv.*, v.232, p.8-27, 2019. doi: 10.1016/j.biocon.2019.01.020.

SANTOS, G.N.L. Atributos do solo em floresta plantada de mogno, saf, pastagem e mata nativa em Gravatá, PE Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2021.

SANTOS, R.S. *et al.* Levantamento da entomofauna edáfica associada à mata ripária e sistema agroflorestal, em Rio Branco, AC. *Agrotrópica*, v.28, n.3, p.277-284, 2016. doi: 10.21757/0103-3816.2016v28n3p277-284.

SILVA, T.D.; TREVISAN, H.; CARVALHO, A.G. Análise da ocorrência de seis grupos de Coleoptera em dois ecossistemas perturbados ecologicamente. *Entomo Brasiliis*, v.9, n.3, p.187-193, 2016. doi: 10.12741/ebrazilis.v9i3.612

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; NOVS N.V.A. Manual de ecologia de insetos. Piracicaba: Ceres. 1976.

TACCA, D.; KLEIN, C.; PREUSS, J. Artropodofauna do solo em um bosque de eucalipto e um remanescente de mata nativa no sul do Brasil. *Rev. Thema*, v.14, n.2, p.249-261, 2017. doi: 10.15536/thema.14.2017.249-261.456.

VLAHOVA, V.; KOSTADINOVA, E.; ZHELEVA, A. Survey of the entomofauna on the soil surface in an organic apple orchard. *Environ. Eng.*, v.10, 2021.

WINK, C. *et al.* Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Rev. Ciênc. Agrovet.*, v.4, n.1, p.60-71, 2005.