

Influência do sistema de cultivo integrado Lavoura- Pastagem-Floresta (ILPF) na diversidade de *Hymenoptera* (Insecta)

*Influence of the integrated Crop-Pasture-Forestry system on the diversity of
Hymenoptera (Insecta)*

NATAN BERNARDES LIMA MARQUES

Discente de Ciências Biológicas (UNIPAM)
natanbernardes@unipam.edu.br

ELISA QUEIROZ GARCIA

Professora orientadora (UNIPAM)
elisaqg@unipam.edu.br

Resumo: Este estudo investigou a diversidade de insetos da ordem *Hymenoptera* em distintos ambientes agrícolas. Foram analisadas áreas de Floresta, Lavoura, Pastagem e os sistemas integrados Lavoura-Pastagem (LP) e Lavoura-Pastagem-Floresta (LPF). O sistema de pastagem apresentou a maior diversidade de espécies, seguido do sistema LPF, enquanto o sistema LP revelou a maior abundância de indivíduos. A família Formicidae predominou nas coletas. A variação na diversidade de *Hymenoptera* foi mais influenciada pela estrutura da vegetação do que pela riqueza florística. Áreas com maior biomassa de gramíneas apresentaram maior abundância de insetos. Os resultados evidenciam o potencial dos sistemas integrados para promover a biodiversidade e sugerem que a diversidade funcional das plantas influencia a riqueza de espécies na composição da fauna de *Hymenoptera*.

Palavras-chave: Armadilha de interceptação de queda (*pitfall*); *Urochloa brizantha*; *Eucalyptus* sp.; Formicidae; *Zea mays*; plantas C4.

Abstract: This study investigated the diversity of insects of the order *Hymenoptera* in different agricultural environments. Forest, Cropland, Pasture, and the integrated Crop-Livestock (CL) and Crop-Livestock-Forest (CLF) systems were analyzed. The pasture system exhibited the highest species diversity, followed by the CLF system, whereas the CL system showed the highest abundance of individuals. The family Formicidae predominated in the samples. Variation in *Hymenoptera* diversity was more strongly influenced by vegetation structure than by floristic richness. Areas with greater grass biomass presented higher insect abundance. The results highlight the potential of integrated systems to promote biodiversity and suggest that plant functional diversity influences species richness in the composition of the *Hymenoptera* fauna.

Keywords: pitfall trap; *Urochloa brizantha*; *Eucalyptus* sp.; Formicidae; *Zea mays*; C4 plants.

1 INTRODUÇÃO

A conversão dos ecossistemas naturais em agroecossistemas modifica as interações bióticas e a disponibilidade de recursos, provocando impactos em nível local e regional. Esse fenômeno é particularmente exacerbado pela prática de monoculturas, que simplificam a cobertura vegetal do ambiente e contribuem para a degradação do solo e dos recursos naturais. Como resultado, as monoculturas aumentam a proliferação de insetos, pragas e fitopatologias comprometendo a produtividade na lavoura (Macedo, 2009).

A redução da biodiversidade vegetal em agroecossistemas reduz proporcionalmente a capacidade de autorregulação dos ecossistemas. Em monoculturas, as pragas exibem altas taxas de colonização por terem barreiras menores para encontrar o vegetal hospedeiro e alta taxa de reprodução pela diminuição da competição por alimento e ausência de inimigos naturais. Dessa forma, as monoculturas requerem intervenções humanas constantes para compensar o desequilíbrio. Algumas estratégias-chave, como a reincorporação da diversidade na paisagem agrícola, podem ajudar a manejá-la de forma mais eficiente (Gliessman, 2001; Altieri; Silva; Nicholls, 2003)

Como alternativa, o sistema de Integração Lavoura-Pastagem-Floresta (ILPF) surge como uma solução sustentável para a produção agrícola. Esse sistema busca superar os desequilíbrios impostos pelas monoculturas ao reintegrar a diversidade à paisagem agrícola. Ao associar componentes arbóreos, agrícolas e pastoris, o ILPF favorece a conservação da biodiversidade, especialmente em regiões onde as atividades agropecuárias fragmentaram fortemente a vegetação nativa (Balbino *et al.*, 2012).

A presença de inimigos naturais e polinizadores em áreas agrícolas é diretamente influenciada pela diversidade de plantas, que oferece alimentos, abrigo e microclimas favoráveis a esses insetos. Assim, práticas que incrementem a diversidade vegetal em sistemas agrícolas, como o ILPF, podem contribuir para o funcionamento saudável de processos ecológicos essenciais (Flausino, 2021).

Os insetos da ordem *Hymenoptera*, que incluem vespas, abelhas e formigas, desempenham papéis ecológicos fundamentais em agroecossistemas. Esses insetos apresentam uma grande variabilidade ecológica, atuando como polinizadores, parasitoides, formadores de galhas, comedores de sementes, nectarívoros, polívoros ou carnívoros (Teixeira, 2012). Agroecossistemas com cobertura vegetal mais complexa se beneficiam dos serviços ecológicos oferecidos por esses himenópteros, como o controle de pragas (Comério; Benassi; Perioto, 2013; Comério; Onody, Benassi, 2012).

Estudos sugerem que os insetos, especialmente os himenópteros, são amplamente utilizados em inventários agrícolas devido à facilidade de coleta e ao grande número de indivíduos presentes nesses ambientes. Além disso, sua importância ecológica é inegável, especialmente em termos de controle de pragas e polinização (Duelli; Obrist; Schmatz, 1999). Portanto, o estudo da influência do ILPF na diversidade de *Hymenoptera* pode fornecer informações cruciais sobre o potencial desse sistema em promover serviços ecossistêmicos essenciais.

Um dos desafios atuais da agricultura é identificar as melhores práticas de manejo dos agroecossistemas que estimulem a biodiversidade e favoreçam os processos ecológicos vitais para a sustentabilidade desses sistemas agrícolas. Dessa forma, estudar

como a diversidade vegetal influencia na presença de himenópteros nas áreas de cultivo integrado (Lavoura-Pastagem-Floresta) tem importância científica e econômica, ao verificar a capacidade desse sistema de recuperar a presença de espécies que oferecem serviços ecossistêmicos essenciais.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar se a complexidade dos sistemas de integração Lavoura-Pastagem-Floresta influencia na diversidade e abundância de insetos da ordem *Hymenoptera*. Para isso, listamos as morfoespécies de *Hymenoptera* encontradas nas áreas do sistema de Integração Lavoura- Pastagem-Floresta (ILPF) e em áreas de monocultivo. Por fim, investigamos a diversidade de *Hymenoptera* de cada área e comparamos entre os sistemas de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO ESTUDO

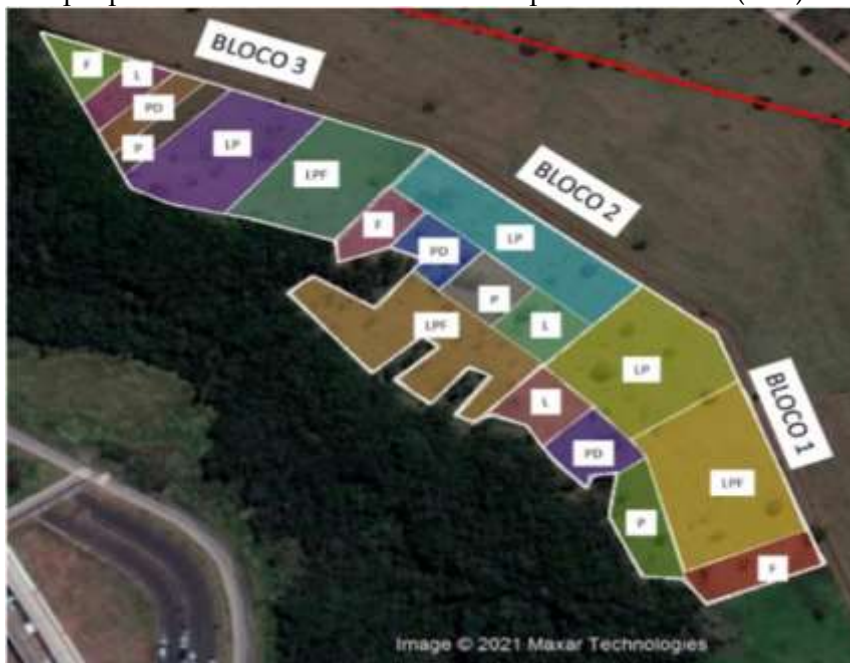
O estudo foi conduzido no Campo Experimental Oeste, gerenciado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizado no município de Uberaba (MG), a 19° 45' 56" de latitude sul, 47° 57' de longitude oeste e altitude de 774 m. A área apresenta solos classificados como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura franco-arenosa (Embrapa, 1999), e relevo suave, atributos característicos da região do Cerrado. O clima local é tropical semiúmido, com precipitação média anual de 1.684,6 mm e umidade relativa média de 71,4% (Fernandes; Reis; Paes, 2010).

O sistema de plantio utilizado no campo experimental é o Sistema de Integração Lavoura-Pastagem-Floresta (ILPF), implantado na área em outubro de 2021. O arranjo produtivo é composto por eucalipto (*Eucalyptus* sp.), milho (*Zea mays*) e pastagem de capim-marandu (*Urochloa brizantha*). Esse sistema foi escolhido pela sua relevância em promover práticas agrícolas sustentáveis, com potencial para aumentar a biodiversidade e a abundância de insetos benéficos, como os *Hymenoptera*, ao combinar diferentes tipos de cobertura vegetal em uma mesma área.

2.2 DELINEAMENTO

O campo experimental é composto por seis áreas de cultivo organizadas da menor para a maior complexidade estrutural, conforme o grau de complexidade vegetal: Pastagem Degradada (PD), Pastagem (P), Lavoura (L), Floresta (F), Lavoura-Pastagem (LP) e Lavoura-Pastagem-Floresta (LPF). O experimento foi estruturado em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), três blocos com seis tratamentos cada, totalizando 18 unidades experimentais (Figura 1). Os polígonos coloridos da Figura 1 representam as áreas contínuas dos sistemas, e as linhas brancas correspondem às estradas que delimitam e permitem o acesso às áreas experimentais.

Figura 1: Localização das áreas de Floresta (F), Lavoura (L), Pastagem(P), Pastagem-degradada (PD), Lavoura-Pastagem (LP) e Lavoura-Pastagem-Floresta (LPF) nos blocos para o monitoramento da entomofauna do Campo Experimental Oeste de propriedade da EPAMIG no município de Uberaba (MG)



Fonte: Google Earth, 2021.

2.3 AMOSTRAGEM

Para quantificar a diversidade e abundância de insetos das áreas, foram utilizados conjuntos de armadilhas por sistema de plantio (Floresta, Pastagem, Lavoura, Pastagem Degradada, Pastagem-Lavoura, Pastagem-Lavoura-Floresta) em três blocos, totalizando 18 conjuntos de armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*) sem atrativo (Tabela 1).

Cada conjunto foi composto por três potes plásticos (7,5 cm de diâmetro, 8 cm de profundidade), instalados a aproximadamente 30 cm de distância entre si (Figura 2). Os potes foram enterrados ao nível do solo, com a abertura para cima, e preenchidos com água até um terço de sua capacidade, acrescida de detergente neutro, utilizado para romper a tensão superficial e evitar que os espécimes permanecessem flutuando no interior do pote (Aquino; Aguiar-Menezes; Queiroz, 2006).

Sobre a abertura de cada armadilha, foi posicionada uma tampa plástica elevada a 5 cm do solo, apoiada em dois espetos de madeira, para evitar transbordamento causado pela água da chuva e reduzir queda acidental de outros artrópodes e pequenos vertebrados (Teixeira, 2012)..

A amostragem foi realizada ao longo de 66 dias, entre maio e agosto de 2022, período correspondente à estação seca. Nesse período, foram realizadas seis coletas de duração mínima de sete dias. Após cada semana de coleta, as armadilhas foram recolhidas e levadas para o Laboratório de Biologia, Zoologia e Entomologia (LaBZE) do

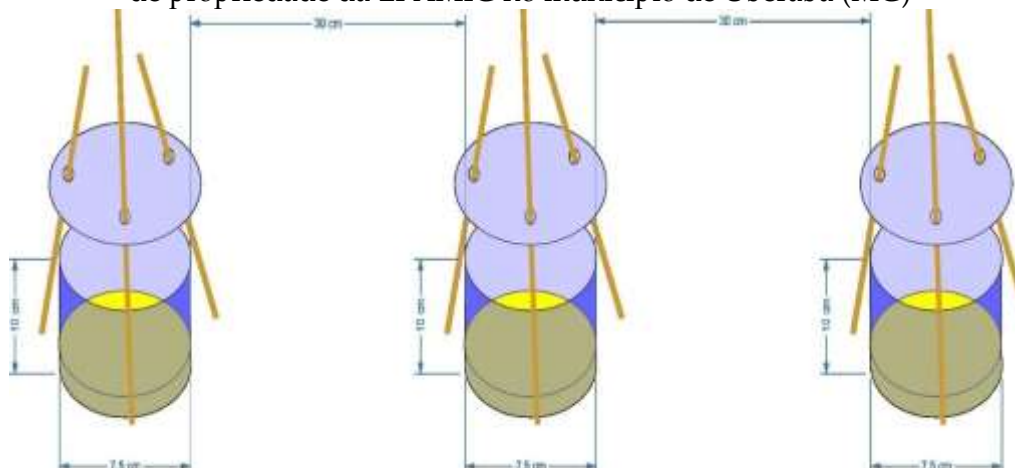
Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), onde o material foi triado, separado e identificado em placa de Petri e sob esteromicroscópio.

Inicialmente, procedeu-se à separação dos insetos em relação aos demais artrópodes presentes nas amostras. Em seguida, foram selecionados os indivíduos pertencentes à ordem *Hymenoptera*. Os himenópteros foram classificados por morfoespecificação e identificados até o menor nível taxonômico possível, predominantemente ao nível de família, com o auxílio de chaves dicotômicas disponibilizadas em Rafael *et al.* (2012), Gallo *et al.* (2002) e Baccaro *et al.* (2015).

Tabela 1: Localização dos pontos de amostragem com armadilhas de interceptação e queda (Pitfall) para o monitoramento da entomofauna edáfica do Campo Experimental Oeste de propriedade da EPAMIG no município de Uberaba (MG)

Pontos	Localização		Descrição
	Lat.	Long.	
Pitfall F1	-19.70960742	-47.95640856	Área com Floresta - Bloco 1
Pitfall F2	-19.70709969	-47.95829516	Área com Floresta - Bloco 2
Pitfall F3	-19.70523457	-47.96115004	Área com Floresta - Bloco 3
Pitfall P1	-19.70927885	-47.95704089	Área com Pastagem – Bloco 1
Pitfall P2	-19.70746299	-47.95780633	Área com Pastagem – Bloco 2
Pitfall P3	-19.70659751	-47.95989275	Área com Pastagem – Bloco 3
Pitfall L1	-19.70813372	-47.95706	Área com Lavoura – Bloco 1
Pitfall L2	-19.70793298	-47.95758605	Área com Lavoura – Bloco 2
Pitfall L3	-19.7054126	-47.96055224	Área com Lavoura – Bloco 3
Pitfall PD1	-19.7088660	-47.95744892	Área com Pastagem degradada – Bloco 1
Pitfall PD2	-19.70685539	-47.95857176	Área com Pastagem degradada – Bloco 2
Pitfall PD3	-19.70583682	-47.96036985	Área com Pastagem degradada – Bloco 3
Pitfall LP1	-19.7083433	-47.95737248	Área com Pastagem e Lavoura – Bloco 1
Pitfall LP2	-19.70728276	-47.95763786	Área com Pastagem e Lavoura – Bloco 2
Pitfall LP3	-19.7064116	47.95936804	Área com Pastagem e Lavoura – Bloco 3
Pitfall LPF1	-19.70910714	-47.95669254	Área com Pastagem, Lavoura e Floresta – Bloco 1
Pitfall LPF2	-19.70786606	-47.95868743	Área com Pastagem, Lavoura e Floresta – Bloco 2
Pitfall LPF3	-19.70659151	-47.95874242	Área com Pastagem, Lavoura e Floresta – Bloco 3

Figura 2: Desenho esquemático das armadilhas de interceptação e queda (Pitfall) para o monitoramento da entomofauna do Campo Experimental Oeste de propriedade da EPAMIG no município de Uberaba (MG)



2.4 ANÁLISE DOS DADOS

2.4.1 Ocorrência

As morfoespécies foram classificadas quanto à ocorrência, de acordo com Cowell (2001). As espécies “singleton” foram definidas como aquelas em que apenas um indivíduo foi coletado em uma única amostra. As espécies “doubleton” correspondem àquelas em que dois indivíduos foram coletados em uma única amostra. As espécies “únicas” referem-se às coletadas em apenas uma amostra; as espécies “duplicatas” correspondem às coletadas em duas amostras; as espécies “raras” são aquelas com abundância de 1 a 9 indivíduos; e as espécies “abundantes” são aquelas com abundância de 10 indivíduos ou mais.

2.4.2 Constância

A constância foi calculada pela razão entre o número de coletas em que a espécie ocorreu pelo número total de coletas realizadas no estudo, seguindo a proposta de Palma¹ (1975 *apud* Abreu; Nogueira, 1989). A classificação foi atribuída em: constante ($c > 50\%$); acessória ($25\% < c < 50\%$) e acidental ($c < 25\%$).

2.4.3 Dominância

A dominância foi mensurada em relação à razão entre a abundância da espécie estudada pela abundância total dos insetos coletados (Palma, 1975 *apud* Abreu;

¹ PALMA, S. Contribución de lossifonoforos encontrados frete a la costa de Valparaiso. Aspectos ecológicos. In: **II Simpósio Latinoamericano sobre Oceanografia Biológica**, Universidade D'Oriente, Venezuela, 2, p. 119-133, 1975.

Nogueira, 1989). A partir disso as espécies foram classificadas como dominante ($d > 5\%$); acessória ($2,5\% < d < 5\%$) e acidental ($d < 2,5\%$).

Ao final, as espécies foram classificadas em três categorias: comum (constante e dominante), intermediárias (constante e acessória, ou constante e acidental ou acessória e acidental) e raras (acidental e acidental) (Palma, 1975 *apud* Abreu; Nogueira, 1989).

2.4.4 Índices de diversidade

Dentre as métricas de diversidade, destacam-se a riqueza de espécies e os índices de Shannon (H') e Simpson (D'). Embora apresentem formulações distintas, a diferença central entre esses índices reside no peso atribuído às espécies raras, definidas como aquelas com abundância entre 1 e 9 indivíduos. No cálculo da riqueza, essas espécies recebem peso máximo, equivalente ao atribuído às espécies mais comuns. No índice de Shannon, o peso conferido às espécies raras é intermediário, enquanto no índice de Simpson é reduzido (Melo, 2008).

A diversidade por sistema de cultivo foi estimada mediante o índice de Shannon (H'), o índice de Simpson (D') (Cowell, 2001) e perfis de diversidade, ferramenta que integra riqueza de espécies, índices de Shannon e Simpson, além da equabilidade (J'). Os perfis de diversidade foram obtidos pela Série de Hill para cada sistema de cultivo. Todas as análises foram conduzidas no software RStudio, versão 1.3.1073 (R Core Team, 2014).

2.4.5 Análise de similaridade

Foi calculado o índice de similaridade (análise de Cluster), uma operação de agrupamento de dados que, de acordo com Schaeffer (2007), dado um determinado dataset, visa agrupar os elementos que são afins, gerando núcleos (denominados de clusters) que são utilizados para determinar semelhanças entre as áreas estudadas. Essas análises foram realizadas utilizando o programa R Studio versão 1.3.1073 (R Core Team, 2014).

3 RESULTADOS

3.1 ESPÉCIES

Foram coletados 2.476 indivíduos, distribuídos em 100 morfoespécies pertencentes à ordem *Hymenoptera*, ao longo de seis coletas realizadas entre maio e agosto de 2022 (Tabela 2). Embora parte das morfoespécies tenha sido identificada apenas ao nível de ordem ($n = 60$), devido ao estado morfológico dos espécimes, foi possível determinar quarenta morfoespécies ao nível de família, dezenove ao nível de gênero e três ao nível de espécie.

3.2 ABUNDÂNCIA

O grupo mais abundante foi a família Formicidae, com 2.346 indivíduos, representando 94,5% dos himenópteros coletados. Onze espécies foram classificadas como abundantes, conforme os critérios de Cowell (2001) (Tabela 2). A morfoespécie sp_1, pertencente ao gênero Camponotus, foi a mais representativa em todas as áreas de estudo, totalizando 1.849 indivíduos (74,7% da amostragem). Na sequência, destacaram-se sp_2, com 234 indivíduos (9,45%), e sp_32, com 106 indivíduos (4,28%).

No gráfico apresentado na Figura 3, as espécies foram ranqueadas segundo a abundância absoluta, sendo incluídas apenas aquelas com mais de um indivíduo coletado. Foi possível constatar que houve poucas espécies abundantes em detrimento de uma maioria classificada como rara (1 a 9 indivíduos).

Tabela 2: Famílias das morfoespécies ordenadas pela abundância absoluta e relativa dos insetos da ordem Hymenoptera coletadas em áreas de Floresta, Lavoura, Pastagem, Pastagem-degradada, Lavoura-Pastagem e Lavoura-Pastagem-Floresta no campo experimental da EPAMIG campo Oeste localizado em Uberaba (MG)

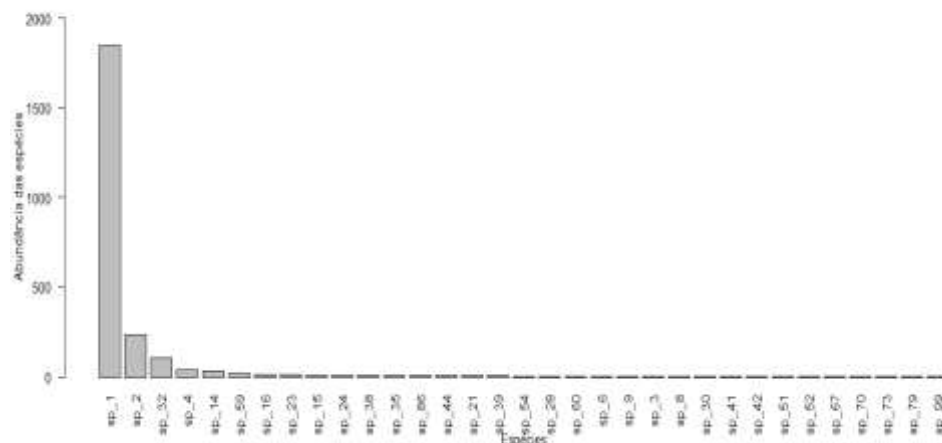
Morfoespécie	Família	Abundância	Abundância Relativa (%)
sp_1	Formicidae	1849	74,68
sp_2	Formicidae	234	9,45
sp_32	Formicidae	106	4,28
sp_4	Formicidae	38	1,53
sp_14	Formicidae	34	1,37
sp_59	Formicidae	20	0,81
sp_16	-	13	0,53
sp_23	Formicidae	11	0,44
sp_15	Formicidae	10	0,40
sp_24	Formicidae	10	0,40
sp_38	-	10	0,40
sp_35	Formicidae	9	0,36
Sp_86	-	8	0,32
sp_44	Formicidae	7	0,28
sp_21	-	6	0,24
sp_39	-	6	0,24
sp_54	Apidae	5	0,20
sp_28	-	4	0,16
sp_6	Mutillidae	3	0,12
sp_9	Vespidae	3	0,12
sp_3	Formicidae	2	0,08
sp_8	Formicidae	2	0,08
sp_30	Formicidae	2	0,08
sp_41	Apidae	2	0,08
sp_42	-	2	0,08
sp_51	Apidae	2	0,08
sp_52	Apidae	2	0,08
Sp_67	-	2	0,08

Morfoespécie	Família	Abundância	Abundância Relativa (%)
Sp_70	-	2	0,08
Sp_73	-	2	0,08
Sp_79	-	2	0,08
Sp_99	-	2	0,08
sp_5	Mutillidae	1	0,04
sp_7	Formicidae	1	0,04
sp_10	-	1	0,04
sp_11	Eurytomidae	1	0,04
sp_12	-	1	0,04
sp_13	-	1	0,04
sp_17	-	1	0,04
sp_18	-	1	0,04
sp_19	-	1	0,04
sp_20	-	1	0,04
sp_22	-	1	0,04
sp_25	-	1	0,04
sp_26	Formicidae	1	0,04
sp_27	-	1	0,04
sp_29	Apidae	1	0,04
Sp_31	-	1	0,04
sp_33	Mutillidae	1	0,04
sp_34	-	1	0,04
sp_36	-	1	0,04
sp_37	-	1	0,04
sp_40	-	1	0,04
sp_43	-	1	0,04
sp_45	-	1	0,04
sp_46	-	1	0,04
sp_47	-	1	0,04
sp_48	-	1	0,04
sp_49	Formicidae	1	0,04
sp_50	-	1	0,04
sp_53	-	1	0,04
sp_55	-	1	0,04
sp_56	-	1	0,04
sp_57	-	1	0,04
sp_58	-	1	0,04
sp_60	-	1	0,04
sp_61	Apidae	1	0,04
sp_62	-	1	0,04
sp_63	-	1	0,04
Sp_64	-	1	0,04
Sp_65	-	1	0,04
Sp_66	-	1	0,04
Sp_68	-	1	0,04
Sp_69	Formicidae	1	0,04

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CULTIVO INTEGRADO LAVOURA- PASTAGEM-FLORESTA (ILPF)
NA DIVERSIDADE DE HYMENOPTERA (INSECTA)

Morfoespécie	Família	Abundância	Abundância Relativa (%)
Sp_71	Formicidae	1	0,04
Sp_72	-	1	0,04
Sp_74	-	1	0,04
Sp_75	-	1	0,04
Sp_76	-	1	0,04
Sp_77	-	1	0,04
Sp_78	-	1	0,04
Sp_80	-	1	0,04
Sp_81	-	1	0,04
Sp_82	-	1	0,04
Sp_83	Halictidae	1	0,04
Sp_84	-	1	0,04
Sp_85	Drynidae	1	0,04
sp_87	-	1	0,04
Sp_88	-	1	0,04
Sp_89	-	1	0,04
Sp_90	-	1	0,04
Sp_91	Formicidae	1	0,04
Sp_92	-	1	0,04
Sp_93	-	1	0,04
Sp_94	Formicidae	1	0,04
Sp_95	Formicidae	1	0,04
Sp_96	-	1	0,04
Sp_97	-	1	0,04
Sp_98	-	1	0,04
Sp_100	-	1	0,04
Total		2476	100

Figura 3: Diagrama rank abundância apresenta as principais morfoespécies (riqueza) pelo número de indivíduos (abundância) coletadas entre os períodos de maio a agosto de em áreas de Floresta, Lavoura, Pastagem, Pastagem-degradada, Lavoura-Pastagem e integração Lavoura-pastagem-Floresta no campo experimental da EPAMIG



campo Oeste localizado em Uberaba (MG)

3.3 OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES

Foram catalogadas 68 morfoespécies que estão representadas apenas por um indivíduo, as “singletons”, e 12 por dois indivíduos, as “doubleton”. Setenta e três das morfoespécies foram coletadas em apenas uma amostra (únicas), 12 em duas amostras (duplicatas) e 15 espécies ocorreram em 3 amostras ou mais. Oitenta e nove morfoespécies foram classificadas como raras (1-9 indivíduos) e 11 como abundantes; destas últimas, apenas duas não pertencem à família Formicidae (Tabela 3).

Tabela 3: Classificação quanto à ocorrência, segundo Cowell (2001), das morfoespécies da ordem Hymenoptera coletadas entre áreas de Floresta, Lavoura, Pastagem, Pastagem-degradada, Lavoura-Pastagem e integração Lavoura-pastagem-Floresta no campo experimental da EPAMIG campo Oeste localizado em Uberaba (MG).

N = número de indivíduos; S = “singleton”; Do = “doubleton”; U = únicas; Du = duplicatas; R = raras; A = abundantes.

Morfoespécie	Família	N	S	Do	U	Du	R	A
sp_1	Formicidae	1849						X
sp_2	Formicidae	234						X
sp_3	Formicidae	2		X		X	X	
sp_4	Formicidae	38						X
sp_5	Formicidae	1	X		X		X	
sp_6	Formicidae	3					X	
sp_7	-	1	X		X		X	
sp_8	Formicidae	2		X		X	X	
sp_9	Formicidae	3				X	X	
sp_10	Formicidae	1	X		X		X	

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CULTIVO INTEGRADO LAVOURA- PASTAGEM-FLORESTA (ILPF)
NA DIVERSIDADE DE HYMENOPTERA (INSECTA)

Morfoespécie	Família	N	S	Do	U	Du	R	A
sp_11	-	1	X		X		X	
sp_12	Formicidae	1	X		X		X	
sp_13	-	1	X		X		X	
sp_14	Formicidae	34						X
sp_15	-	10						X
sp_16	-	13						X
sp_17	Apidae	1	X		X		X	
sp_18	-	1	X		X		X	
sp_19	Mutillidae	1	X		X		X	
sp_20	Vespidae	1	X		X		X	
sp_21	Formicidae	6					X	
sp_22	Formicidae	1	X		X		X	
sp_23	Formicidae	11						X
sp_24	Apidae	10				X		X
sp_25	-	1	X		X		X	
sp_26	Apidae	1	X		X		X	
sp_27	Apidae	1	X		X		X	
sp_28	-	4					X	
sp_29	-	1	X		X		X	
sp_30	-	2		X		X	X	
Sp_31	-	1	X		X		X	
sp_32	-	106						X
sp_33	Mutillidae	1	X		X		X	
sp_34	Formicidae	1	X		X		X	
sp_35	-	9					X	
sp_36	Eurytomidae	1	X		X		X	
sp_37	-	1	X		X		X	
sp_38	-	10						X
sp_39	-	6					X	
sp_40	-	1	X		X		X	
sp_41	-	2		X	X		X	
sp_42	-	2		X		X	X	
sp_43	-	1	X		X		X	
sp_44	-	7					X	
sp_45	Formicidae	1	X		X		X	
sp_46	-	1	X		X		X	
sp_47	Apidae	1	X		X		X	
sp_48	-	1	X		X		X	
sp_49	Mutillidae	1	X		X		X	
sp_50	-	1	X		X		X	
sp_51	-	2		X			X	
sp_52	-	2		X		X	X	
sp_53	-	1	X		X		X	
sp_54	-	5				X	X	
sp_55	-	1	X		X		X	
sp_56	-	1	X		X		X	
sp_57	-	1	X		X		X	
sp_58	-	1	X		X		X	

Morfoespécie	Família	N	S	Do	U	Du	R	A
sp_59	Formicidae	20				X		X
sp_60	-	1	X		X		X	
sp_61	-	1	X		X		X	
sp_62	-	1	X		X		X	
sp_63	-	1	X		X		X	
Sp_64	-	1	X		X		X	
Sp_65	-	1	X		X		X	
Sp_66	-	1	X		X		X	
Sp_67	Apidae	2		X		X	X	
Sp_68	-	1	X		X		X	
Sp_69	-	1	X		X		X	
Sp_70	-	2		X	X		X	
Sp_71	-	1	X		X		X	
Sp_72	-	1	X		X		X	
Sp_73	-	2		X	X		X	
Sp_74	Formicidae	1	X		X		X	
Sp_75	Formicidae	1	X		X		X	
Sp_76	-	1	X		X		X	
Sp_77	-	1	X		X		X	
Sp_78	-	1	X		X		X	
Sp_79	-	2		X	X		X	
Sp_80	-	1	X		X		X	
Sp_81	-	1	X		X		X	
Sp_82	-	1	X		X		X	
Sp_83	-	1	X		X		X	
Sp_84	-	1	X		X		X	
Sp_85	Halictidae	1	X		X		X	
Sp_86	-	8					X	
sp_87	Drynidae	1	X		X		X	
Sp_88	-	1	X		X		X	
Sp_89	-	1	X		X		X	
Sp_90	-	1	X		X		X	
Sp_91	-	1	X		X		X	
Sp_92	Formicidae	1	X		X		X	
Sp_93	-	1	X		X		X	
Sp_94	-	1	X		X		X	
Sp_95	Formicidae	1	X		X		X	
Sp_96	Formicidae	1	X		X		X	
Sp_97	-	1	X		X		X	
Sp_98	-	1	X		X		X	
Sp_99	-	2		X		X	X	
Sp_100	-	1	X		X		X	

3.4 CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES: CONSTÂNCIA E DOMINÂNCIA

Para a classificação de constância, a maioria das espécies apresentou a constância accidental; 76%, 15 espécies foram classificadas como acessórias e nove como constantes. Já para a classificação dominância, 97% das espécies foram classificadas como accidentais, duas como dominantes (sp_1 e sp_2) e apenas uma como acessória (sp_32). Agrupando as duas classificações, conforme Palma (1975), 76 espécies foram classificadas como raras, 22 como intermediárias e duas como comuns (Tabela 4).

Tabela 4: Constância e dominância das morfoespécies coletadas entre os períodos de maio a agosto de em áreas de Floresta, Lavoura, Pastagem, Pastagem-degradada, Lavoura-Pastagem e integração Lavoura-pastagem-Floresta no campo experimental da EPAMIG campo Oeste localizado em Uberaba (MG), segundo a definição proposta por Palma (1975)

Morfoespécie	Família	Ab. ab. *	Constância (%)		Dominância (%)		Classificação
sp_1	Formicidae	1849	100,0	Constante	74,68	Dominante	Comum
sp_2	Formicidae	234	100,0	Constante	9,45	Dominante	Comum
sp_3	Formicidae	2	33,3	Acessória	0,08	Accidental	Intermediária
sp_4	Formicidae	38	66,7	Constante	1,53	Accidental	Intermediária
sp_5	Formicidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_6	Formicidae	3	16,7	Accidental	0,12	Accidental	Rara
sp_7	-	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_8	Formicidae	2	33,3	Acessória	0,08	Accidental	Intermediária
sp_9	Formicidae	3	16,7	Accidental	0,12	Accidental	Rara
sp_10	Formicidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_11	-	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_12	Formicidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_13	-	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_14	Formicidae	34	83,3	Constante	1,37	Accidental	Intermediária
sp_15	-	10	66,7	Constante	0,40	Accidental	Intermediária
sp_16	-	13	66,7	Constante	0,53	Accidental	Intermediária
sp_17	Apidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_18	-	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_19	Mutillidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_20	Vespidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_21	Formicidae	6	33,3	Acessória	0,24	Accidental	Intermediária
sp_22	Formicidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_23	Formicidae	11	33,3	Acessória	0,44	Accidental	Intermediária
sp_24	Apidae	10	33,3	Acessória	0,40	Accidental	Intermediária
sp_25	-	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_26	Apidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_27	Apidae	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_28	-	4	66,7	Constante	0,16	Accidental	Intermediária
sp_29	-	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_30	-	2	16,7	Accidental	0,08	Accidental	Rara
Sp_31	-	1	16,7	Accidental	0,04	Accidental	Rara
sp_32	-	106	50,0	Acessória	4,28	Acessória	Intermediária

Morfoespécie	Família	Ab. ab. *	Constância (%)		Dominância (%)		Classificação
sp_33	Mutillidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_34	Formicidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_35	-	9	66,7	Constante	0,36	Acidental	Intermediária
sp_36	Eurytomida e	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_37	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_38	-	10	66,7	Constante	0,40	Acidental	Intermediária
sp_39	-	6	50,0	Acessória	0,24	Acidental	Intermediária
sp_40	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_41	-	2	16,7	Acidental	0,08	Acidental	Rara
sp_42	-	2	33,3	Acessória	0,08	Acidental	Intermediária
sp_43	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_44	-	7	33,3	Acessória	0,28	Acidental	Intermediária
sp_45	Formicidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_46	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_47	Apidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_48	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_49	Mutillidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_50	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_51	-	2	16,7	Acidental	0,08	Acidental	Rara
sp_52	-	2	33,3	Acessória	0,08	Acidental	Intermediária
sp_53	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_54	-	5	16,7	Acidental	0,20	Acidental	Rara
sp_55	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_56	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_57	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_58	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_59	Formicidae	20	33,3	Acessória	0,81	Acidental	Intermediária
sp_60	-	1	33,3	Acessória	0,04	Acidental	Intermediária
sp_61	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_62	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
sp_63	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_64	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_65	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_66	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_67	Apidae	2	33,3	Acessória	0,08	Acidental	Intermediária
Sp_68	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_69	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_70	-	2	16,7	Acidental	0,08	Acidental	Rara
Sp_71	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_72	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_73	-	2	16,7	Acidental	0,08	Acidental	Rara
Sp_74	Formicidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_75	Formicidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_76	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_77	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_78	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_79	-	2	16,7	Acidental	0,08	Acidental	Rara

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CULTIVO INTEGRADO LAVOURA- PASTAGEM-FLORESTA (ILPF)
NA DIVERSIDADE DE HYMENOPTERA (INSECTA)

Morfoespécie	Família	Ab. ab. *	Constância (%)		Dominância (%)		Classificação
Sp_80	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_81	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_82	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_83	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_84	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_85	Halictidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_86	-	8	33,3	Acessória	0,32	Acidental	Intermediária
sp_87	Drynidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_88	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_89	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_90	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_91	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_92	Formicidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_93	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_94	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_95	Formicidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_96	Formicidae	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_97	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_98	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara
Sp_99	-	2	33,3	Acessória	0,08	Acidental	Intermediária
Sp_100	-	1	16,7	Acidental	0,04	Acidental	Rara

*Ab. Ab. — Abundância absoluta.

3.5 ÍNDICES DE DIVERSIDADE

Os sistemas que apresentaram maior riqueza de espécies foram Lavoura-Pastagem-Floresta, seguida das áreas de Pastagem, com 37 e 33 espécies coletadas, respectivamente. Essas mesmas áreas apresentaram os maiores índices de diversidade tanto para o valor de Shannon quanto para Simpson (Tabela 5).

Tabela 5: Valores dos índices de diversidade de Shannon (H') e de Simpson (D') para as morfoespécies coletadas nos sistemas de cultivos de Floresta, Lavoura, Pastagem, Pastagem-degradada, Lavoura-Pastagem e integração Lavoura-Pastagem-Floresta no campo experimental da EPAMIG campo Oeste localizado em Uberaba (MG).

S = Riqueza de espécies; N = Abundância total de indivíduos.

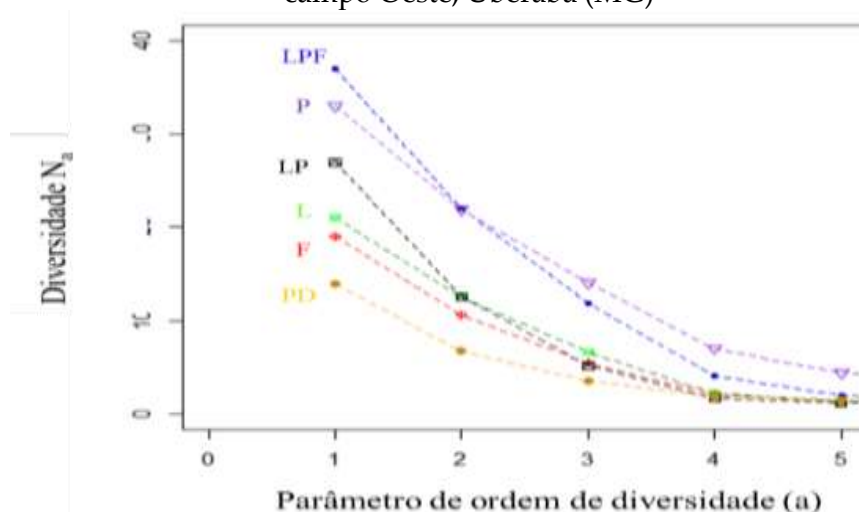
Sistema	S	N	H'	D'
Floresta	19	277	0,73	0,26
Pastagem	33	322	1,95	0,77
Lavoura	21	195	0,82	0,27
Pastagem-degradada	14	475	0,66	0,34
Lavoura-Pastagem	27	692	0,53	0,17
Lavoura-Pastagem-Floresta	37	520	1,40	0,49

Os perfis de diversidade foram feitos usando a Série de Hill (Figura 4). Para o parâmetro $a = 0$, o valor de diversidade é igual ao número de espécies na amostra. Para

a tendendo a 1, o valor de diversidade é equivalente ao Índice de Shannon (base neperiana) e pode ser obtido por $e(N1)$, em que $e = 2,718282$. Para $a = 2$, o valor é igual ao obtido com o inverso do Índice de Simpson ($1/D$). Os valores que tendem ao infinito positivo se aproximam da equitabilidade dos sistemas avaliados.

Para que uma área seja efetivamente mais diversa que outra, esperaríamos que para uma delas tanto o valor da riqueza de espécies quanto o da equitabilidade fossem maiores. Nesse sentido, poderíamos considerar que a diversidade das áreas de LPF (curva azul) e de Pastagem (curva lilás) (Figura 4), possivelmente, são áreas mais diversas que as outras, quando comparamos as duas extremidades da curva. Entretanto, ao compararmos especificamente as curvas dessas duas áreas, observamos que, embora o sistema de Pastagem exiba maior equitabilidade, a riqueza de espécies é superior no sistema LPF.

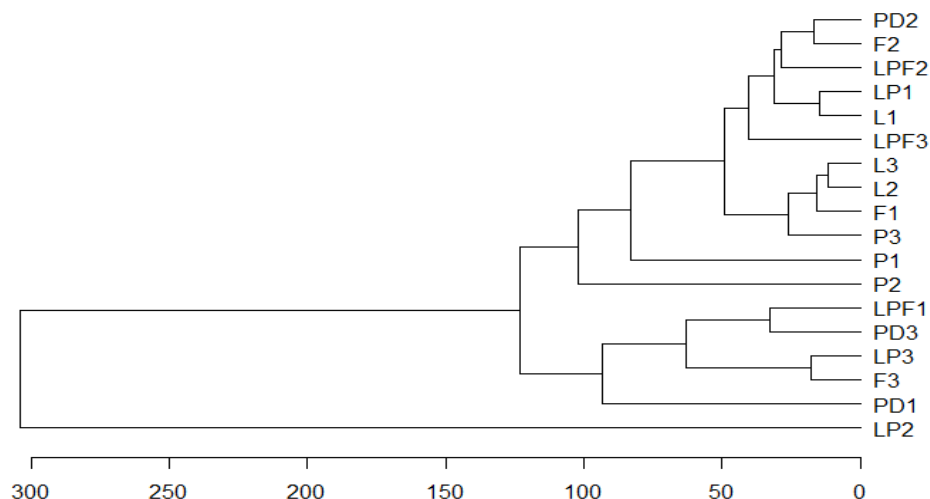
Figura 4: Perfis de diversidade para amostras de coletas nos sistemas de cultivos de Floresta (F), Lavoura (L), Pastagem (P), Pastagem-degradada (PD), Lavoura-Pastagem (LP), Lavoura-Pastagem-Floresta (LPF) no campo experimental da EPAMIG campo Oeste, Uberaba (MG)



3.6 SIMILARIDADE

A análise de agrupamento foi realizada por meio de um dendrograma (Figura 5), no qual se observa que a maior parte das áreas apresentou correlação superior a 95%. As exceções foram as áreas Pastagem 1 e Pastagem 2, LP1 e Pastagem-degradada 1.

Figura 5: Agrupamento de cluster feito usando a distância euclidiana tendo como parâmetro a abundância das espécies coletadas nas unidades amostrais dos sistemas de cultivos de Floresta (F), Lavoura (L), Pastagem (P), Pastagem-degradada (PD), Lavoura-Pastagem (LP), Lavoura-pastagem-Floresta (LPF) no campo experimental da EPAMIG campo Oeste, Uberaba (MG). Índice de correlação cofenética: 0.91



4 DISCUSSÃO

A amostragem realizada ao longo de 66 dias permitiu a coleta de 2.476 insetos da ordem *Hymenoptera*, distribuídos em 100 morfoespécies. Entre essas, a Família Formicidae foi a mais abundante, corroborando achados de outros estudos (Cunha Neto *et al.*, 2012; Moço *et al.*, 2005; Silva; Jucksch; Tavares, 2012). As formigas, por sua presença constante e elevada biomassa nos ecossistemas tropicais, representam um dos grupos mais comuns em levantamentos de artrópodes epigeicos (Holldobler; Wilson, 1990). Além disso, seus variados hábitos alimentares e a ampla diversidade de comportamentos de forrageamento contribuem para a elevada taxa de captura registrada em estudos de monitoramento edáfico (Carvalho *et al.*, 2021).

Dentro da Família Formicidae, os gêneros *Camponotus* (Formicinae) e *Pheidole* (Myrmicinae) se destacaram em abundância, o que era esperado devido à sua ampla distribuição na região Neotropical (Majer; Delabie, 1994). O gênero *Camponotus*, com mais de mil espécies descritas, é o maior gênero de formigas e ocorre em todos os estados brasileiros, com espécies onívoras que nidificam tanto no solo, quanto em troncos e copas de árvores. *Pheidole*, por sua vez, é cosmopolita, possui hábitos oportunistas e tem papel ecológico importante, como dispersão de sementes e controle de populações de artrópodes (Baccaro *et al.*, 2015).

Em agroecossistemas com maior aporte de elementos florestais, a diversidade de formigas contribui com serviços ambientais importantes. Esses insetos nidificam e forrageiam na interface solo-serrapilheira, desempenhando importância funcional para a saúde do solo agrícola. A associação entre formigas e desfolhamento de plantas é, em geral, uma exceção, sendo comum apenas em alguns gêneros da tribo Attini, conhecidos como formigas cortadeiras (Queiroz; Almeida; Pereira, 2006). Em alguns casos, essas formigas podem até beneficiar o solo. Por exemplo, *Atta sexdens*, uma espécie comum na

Amazônia, foi associada ao aumento da porosidade do solo e à diminuição da resistência à penetração das raízes, promovendo maior disponibilidade de nutrientes a nove espécies de plantas (Moutinho; Nepstad; Davidson, 2003).

As formigas também desempenham papel relevante como predadoras de insetos herbívoros. Seus comportamentos de forrageamento são amplamente variados e incluem a coleta de néctar proveniente de nectários extraflorais ou disponibilizado por hemípteros por meio de exsudatos açucarados. Muitas espécies apresentam hábitos predatórios especializados, consumindo artrópodes vivos ou mortos. Em razão dessa versatilidade trófica e da eficiência na exploração do ambiente, formigas têm sido frequentemente empregadas como agentes de controle biológico de pragas (Carroll; Janzen, 1973; Philpott; Ambrecht, 2006).

Ao comparar os sistemas de cultivo, a Integração Lavoura-Pastagem-Floresta (ILPF) se destacou pela maior riqueza de espécies e diversidade na série de Hill (Figura 4) e o segundo maior índice de diversidade de Shannon (Tabela 5). Portanto, a complexidade vegetal desse sistema favoreceu a riqueza de *Hymenoptera*, assim como trabalhos que avaliaram especialmente grupos de formigas, vespas parasitoides e abelhas (Anderson *et al.*, 2011; Gomes *et al.*, 2013; Cantarelli *et al.*, 2015; Azhar *et al.*, 2022).

Para os polinizadores, a riqueza de espécies vegetais proporciona um aumento na disponibilidade de recursos florais e estruturas de galhos e caules, facilitando a nidificação, especialmente para abelhas que nidificam acima do solo. Já espécies que nidificam no solo parecem não ser beneficiadas pelos recursos vegetais adicionais (Hass *et al.*, 2018).

Por outro lado, a área de integração Lavoura-Pastagem (LP) apresentou menor diversidade de espécies em comparação com a Pastagem isolada, contrastando com estudos que observaram maior diversidade de insetos em áreas em gramíneas (Hertzog *et al.*, 2016; Kelleher; Choi, 2020). A área de Pastagem isolada teve os maiores índices de diversidade de Shannon e Simpson, embora sem diferenças em relação ao sistema LPF para a série de Hill.

A diversidade de espécies de insetos é atribuída muitas vezes à hipótese da concentração de recursos e riqueza de espécies vegetais daquele ambiente (Risch, 1981). Porém, pode haver um fator que também contribui para a presença de insetos tanto quanto a riqueza das espécies vegetais: a riqueza de grupos funcionais. Plantas de mesmos grupos taxonômicos, gênero e família, tendem a apresentar características muito semelhantes em fisiologia, morfologia e fenologia, e esses grupos são frequentemente a especialidade dos insetos herbívoros (Haddad *et al.*, 2001). No caso das gramíneas de estação quente, essas realizam fotossíntese pela via C4 e geralmente tem baixo nível de nitrogênio nos tecidos, maior tenacidade e características estruturais que protegem amido e nutrientes. Isso configura uma menor qualidade do tecido vegetal e, consequentemente, menor preferência pelos insetos herbívoros (Caswell *et al.*, 1973). Assim, é possível prever que a associação de plantas com um mesmo grupo funcional, como em um sistema de Lavoura-Pastagem envolvendo milho e capim murundum, ambos da família Poaceae, influencie negativamente na riqueza de espécies de insetos, embora possa aumentar a abundância relativa de alguns grupos.

No estudo de Haddad e colaboradores (2001), foi analisada a influência da composição de áreas de Pastagem na diversidade de abundância de insetos. Os

resultados indicaram que a abundância de insetos era maior na ausência de plantas C4, devido à menor qualidade nutricional dessas plantas. Entretanto, quando plantas C4 estavam presentes, a abundância de insetos foi positivamente associada à biomassa vegetal. Esse efeito não se limitou aos herbívoros, mas também se estendeu a outras guildas, como predadores e himenópteros parasitoides (Anderson *et al.*, 2011), possivelmente devido à maior disponibilidade de habitats e recursos para espécies generalistas.

Outros estudos sugerem que a riqueza familiar de insetos herbívoros, bem como a de predadores e parasitoides, pode estar fortemente relacionada com a cobertura de gramíneas. Esses estudos apontam que áreas de Pastagem com gramíneas mais altas tendem a oferecer maior estabilidade de temperatura, já que a vegetação elevada não é aquecida tão rapidamente pelo sol nem resfriada pela circulação de ar, criando um microclima mais estável nas camadas superiores da vegetação em comparação com vegetações mais baixas. Esses fatores microclimáticos podem ter um impacto mais significativo na diversidade de artrópodes do que a própria riqueza de espécies vegetais (Botha; Siebert; Van Den Berg, 2017; Spalinger *et al.*, 2011).

Em nosso estudo anterior (Marques; Garcia, 2024), realizado na mesma área e período de coleta, avaliamos a entomofauna e abundância de insetos por ordens. Tanto no estudo anterior, quanto no atual, observamos que as áreas de sistema Lavoura-Pastagem (LP) apresentaram maior abundância de insetos. Embora a biomassa vegetal não tenha sido medida, se considerarmos que, durante o período de estudo, a área do sistema LP possuía a maior biomassa vegetal em comparação com a Pastagem isolada, isso poderia explicar a maior abundância de insetos nessa área com base na hipótese de que tecidos vegetais de menor qualidade, em Poaceae (C4), favorecem a abundância de insetos. Por outro lado, a hipótese da altura das gramíneas contradiz os nossos achados, pois, com o maior sombreamento proporcionado pelo milho no sistema LP, esperava-se uma maior riqueza de espécies, o que não foi observado.

Dessa maneira, nossa hipótese inicial de que a diversidade vegetal (riqueza) influenciaria diretamente a diversidade de *Hymenoptera* não foi plenamente corroborada. Para a diversidade alfa, a área de Pastagem, um ambiente homogêneo, apresentou diversidade similar ou superior à do ambiente mais complexo, o LPF, para a fauna de *Hymenoptera*.

Além disso, na análise de diversidade beta (Figura 5), a maioria das unidades amostrais que apresentaram similaridade superior a 95% estavam relacionadas, possivelmente, tanto pela composição vegetal semelhante quanto pela proximidade geográfica (Marques; Garcia, 2024; Santos *et al.*, 2016). Essa inconsistência provavelmente decorre do tipo de armadilha utilizado, do tempo de coleta, ou ambos. As armadilhas de interceptação de queda podem coletar alguns insetos voadores especializados em longa distância, o que pode enfraquecer a relação entre os táxons de plantas e os insetos que se pretende estudar. Além disso, os dados apresentados refletem apenas a uma única campanha realizada na estação seca, enquanto outros trabalhos abrangem as duas estações e até mesmo décadas de variação (Haddad *et al.*, 2009; Kelleher; Choi, 2020).

No estudo de Albuquerque e colaboradores (2009), os autores conduziram coletas em apenas uma estação, com um período de esforço amostral muito similar ao nosso. Nesse caso, a comunidade de artrópodes apresentou maior diversidade no

ambiente mais homogêneo, e não foram observadas diferenças significativas na composição de artrópodes entre as áreas investigadas. Os autores ressaltaram a necessidade de ampliar o período de coleta para outras épocas do ano, a fim de obter um conhecimento mais completo da fauna.

Outro fator que pode ter influenciado os resultados é o fato de que o estudo foi realizado no início da aplicação do projeto sustentável da EPAMIG, quando o componente Florestal havia sido recentemente plantado. Com as plantas ainda jovens, o verdadeiro impacto do componente Florestal sobre a paisagem e a comunidade de artrópodes pode levar tempo para se manifestar, especialmente considerando estudos que identificam a serrapilheira do ambiente Florestal como um dos principais fatores de influência a comunidade de artrópodes (Cunha Neto *et al.*, 2012; MENEZES *et al.*, 2009).

Para uma visão mais precisa da composição da comunidade de *Hymenoptera*, é essencial realizar coletas em todas as estações do ano. Recomenda-se, portanto, a repetição deste estudo num futuro próximo, para compreender a variação temporal dos insetos na área e, sobretudo, a real contribuição do componente Florestal para esse sistema de cultivo.

5 CONCLUSÃO

A amostragem de insetos nas 18 áreas de estudo foi realizada entre os meses de maio a agosto. Foram coletados 2.476 insetos da ordem *Hymenoptera* distribuídos em 100 morfoespécies. A Família Formicidae foi a família mais abundante do estudo.

As áreas de Pastagem de capim-marandu apresentaram a maior diversidade de espécies de *Hymenoptera* para os índices de diversidade de Shannon e Simpson, se comparada às áreas de integração LPF e LP. Para os perfis de diversidade, LPF e Pastagem não apresentaram diversidades distintas, porém, ambas, mais diversas que o sistema LP.

Nossa hipótese inicial sobre a diversidade de *Hymenoptera* estar diretamente relacionada à riqueza de plantas foi parcialmente corroborada. Verificamos que as espécies de plantas neste estudo podem influenciar de maneira diferente na diversidade de insetos, especialmente *Hymenoptera*. A riqueza de espécies de plantas por si só pode não explicar totalmente a composição de espécies; é possível que a biomassa de plantas C4 também influencie na abundância desses grupos, mas isso ainda não está claro.

Assumimos a limitação do nosso estudo, dado que a amostragem ocorreu apenas no período de seca e o método de coleta escolhido, armadilha de interceptação de queda (*pitfall*), apresenta restrições. *Pitfalls*, além de fazer um recorte da diversidade de *Hymenoptera*, privilegiando formigas, organismos epigeicos e abundantes, podem atrair insetos alados de diferentes áreas do estudo que são próximas. Esse fator pode interferir na compreensão da relação entre a riqueza de espécies de insetos e a composição de plantas.

Por fim, como o experimento foi conduzido no início do projeto, e o eucalipto, a espécie perene, ainda estava em estado jovem, o efeito do componente Florestal sobre os insetos pode não ter sido significativo. Sugerimos que o estudo seja repetido coletando dados em diferentes estações e em períodos futuros, para melhorar a

compreensão da influência do sistema LPF na diversidade de Hymenoptera nessas áreas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. C. O. V.; NOGUEIRA, C.R. Spatial distribution of species at Rio de Janeiro Coast, Brasil. **Ciência e Cultura**, 41, p. 897-902, 1989.
- ALBUQUERQUE, M. P. de; MACHADO, A. M. B.; MACHADO, A. de F.; VICTORIA, F. de C.; MORSELLI, T. B. G. A. Fauna edáfica em sistema de plantio homogêneo, sistema agroflorestal e em mata nativa em dois municípios do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 59-66, dez. 2009. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/fabio/article/view/4889>.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003.
- ANDERSON, A.; MCCORMACK, S.; HELDEN, A.; SHERIDAN, H.; KINSELLA, A.; PURVIS, G. The potential of parasitoid Hymenoptera as bioindicators of arthropod diversity in agricultural grasslands. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, p. 382-390, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01937.x>.
- AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; QUEIROZ, J. M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“pitfall-traps”). **Circular Técnica Embrapa**, Rio de Janeiro, n. 16, 2006.
- AZHAR, A.; TAWAKKAL, M. I.; SARI, A.; RIZALI, A.; TARIGAN, S. D.; NAZARRETA, R.; BUCHORI, D. Tree Diversity Enhance Species Richness of Beneficial Insect in Experimental Biodiversity Enrichment in Oil Palm Plantation. **International Journal of Oil Palm**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 39-49, 2022. DOI: 10.35876/ijop.v5i2.82. Available at: <http://ijop.id/index.php/ijop/article/view/82>.
- BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J.; DE SOUZA, J. L.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015. 388 p.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P. de; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da integração Lavoura-pastagem-Floresta (iLPF). **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.138, p. 1-18, jun. 2012. Available at: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1111127/1/BalbinoAgriculturasustentavel.pdf>.

BOTHA, M.; SIEBERT, S. J.; VAN DEN BERG, J. Grass abundance maintains positive plant–arthropod diversity relationships in maize fields and margins in South África. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 19, p. 154-162, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1111/afe.12195>.

CANTARELLI, E. B. FLECK, M. D.; GRANZOTTO, F.; CORASSA, J. De N.; AVILA, M. d'. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 607-616, jul. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509819612>.

CARVALHO, L. L. B. de *et al.* Entomofauna edáfica associada a lavouras de coqueiro na Amazônia oriental. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 5, p. 2615–2628, 2021. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/40400>.

COMÉRIO, E. F.; BENASSI, V. L. R. M.; PERIOTO, N. W. Influência de plantas invasoras na abundância de himenópteros parasitoides (Insecta, Hymenoptera) encontrados em cultura de coqueiro anão verde, em Linhares, ES, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 1, pág. 117-123, jan. 2013.

COMÉRIO, E. F.; ONODY, H. C.; BENASSI, V. L. R. M. Levantamento da fauna de Ichneumonidae (Hymenoptera) em cultivo de coqueiro anão verde associado a plantas invasoras. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 2, p. 109-114, 2012.

CARROLL, C. R.; JANZEN, D. H. Ecology of Foraging by Ants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 231-257, 1973. Available at: <http://www.jstor.org/stable/2096812>.

CASWELL, H.; REED, F.; STEPHENSON, S. N.; WERNER, P. A. Photosynthetic Pathways and Selective Herbivory: A Hypothesis. **The American Naturalist**, v. 107, p. 465-480, 1973. Available at: <https://doi.org/10.1086/282851>.

COWELL, R. K. **Online User's Guide**. Corrected Draft 7. March 2001, Version 6.0: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. 2001.

CUNHA NETO, F. V. da; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. dos S. Soil fauna as an indicator of soil quality in forest stands, pasture and secondary forest. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1407-1417, out. 2012. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000500004>.

DUELLI, P.; OBRIST, M. K.; SCHMATZ, D. R. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes above-ground insects. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1-3, p. 33-64, 1999. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00029-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00029-8).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPASTAGEM. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FERNANDES, L. de O.; REIS, R. A.; PAES, J. M.V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em Pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu pasture*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 240-248, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000100031>.

FLAUSINO, B. F. **Avaliação da abundância de pragas e inimigos naturais no consórcio milho-braquiária**. 2021. 42 f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários) - Universidade Federal de Viçosa, Florestal, 2021. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3997/1/texto%20completo.pdf>.

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

Gliessman, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001.

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**, v. 103, n. 2, p. 104–109, jun. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000200004>.

HADDAD, N. M.; CRUTSINGER, G. M.; GROSS, K.; HAARSTAD, J.; KNOPS, J. M. H.; TILMAN, D. Plant species loss decreases arthropod diversity and shifts trophic structure. **Ecology Letters**, v. 12, p. 1029-1039, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01356.x>.

HADDAD, N. M. TILMAN, D.; HAARSTAD, J.; RITCHIE, M.; KNOPS, J. M. H. Contrasting Effects of Plant Richness and Composition on Insect Communities: A Field Experiment. **The American Naturalist**, v. 158, p.17-35, 2001. Available at: <https://doi.org/10.1086/320866>.

HASS, A. L.; LIESE, B.; HEONG, K. L.; SETTELE, J.; TSCHARNTKE, T.; WESTPHAL, C. Plant-pollinator interactions and bee functional diversity are driven by agroforests in rice-dominated landscapes. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 253, p.140-147, 2018. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880917304656>.

HERTZOG, L. R.; MEYER, S. T.; WEISSER, W. W.; EBELING, A. Experimental Manipulation of grassland plant diversity induces complex shifts in aboveground arthropod diversity. **PLoS ONE**, v. 11(2), e0148768, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148768>.

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

KELLEHER, E. M.; CHOI, Y. D. Role of plant diversity on arthropod communities in a restored tallgrass prairie of the U.S. Midwest. **Restor Ecol**, v.28, p.1464-1474, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1111/rec.13238>.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pastagem: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300015>.

MAJER, J. D., DELABIE, J. H. C. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. **Ins. Soc**, 41, p. 343-359, 1994. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF01240639>.

MARQUES, N. B. L.; GARCIA, E. Q. Diversidade da entomofauna edáfica associada ao sistema de cultivo integrado Lavoura-Pastagem-Floresta-ILPF. **Revista Perquirere**, Patos de Minas, v.21, p. 102-114, 2024. Available at: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/5171/3175>.

MELO, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 21-27, jul. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300001>.

MENEZES, C. E. G.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. de M.; COUTO, W. H.; ANJOS, L. H. C. doa; OLIVEIRA, Í. P. de. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual e Pastagem mista em Pinheiral (RJ): Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1647-1656, nov. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000600013>.

MOÇO, M. K. da S.; RODRIGUES, E. F. da G.; RODRIGUES, A. C. da G.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 555-564, jul. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000400008>.

MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. C.; DAVIDSON, E. A. Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. **Ecology**, 84: p.1265-1276, 2003. Available at: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[1265:IOLANO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[1265:IOLANO]2.0.CO;2).

PHILPOTT, S. M.; ARMBRECHT, I. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. **Ecological Entomology**, v. 31, p. 369-377, 2006. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2006.00793.x>.

QUEIROZ, J. M.; ALMEIDA, F. S.; PEREIRA, M. P. dos S. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 37-45, abr. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/h7bGgygr4k9c4HSKJ3RMsVd/>

RAFAEL, J. A. *et al.* **Insetos do Brasil**: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, 2012.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014.

RISCH, S. J. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: an experimental test of two hypotheses. **Ecology**, v. 62, p. 1325-1340, 1981. Available at: <https://doi.org/10.2307/1937296>.

SANTOS, R. S.; SILVA, D. A. da; PEREIRA, A. A. A., OLIVEIRA, L. C. de. Levantamento da entomofauna edáfica associada à mata ripária e sistema agroflorestal, em Rio Branco, AC. **Rev. Agrotrópica**, v. 28, p. 277-284, 2016. Disponível em: [10.21757/0103-3816.2016v28n3p277-284](https://doi.org/10.21757/0103-3816.2016v28n3p277-284).

SCHAEFFER, S. E. Graph clustering. **Computer Science Review**, Elsevier BV, v. 1, n. 1, p. 27-64, 2007.

SILVA, J.; JUCKSCH, I.; TAVARES, R. C. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 112-125, 2012. Disponível em: http://www.abagroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/article/view/10082/pdf_1.

SPALINGER, L. C.; HAYNES, A. G.; SCHÜTZ, M.; RISCH, A. C. Impact of wild ungulate grazing on Orthoptera abundance and diversity in subalpine grasslands. **Insect Conservation and Diversity**, v. 5, p. 444-452, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00180.x>.

TEIXEIRA, F. M. Técnicas de captura de *Hymenoptera* (Insecta). **Vértices**, v. 14, n. 1, p. 169-198, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fm-Teixeira/publication/264414345_Tecnicas_de_captura_de_Hymenoptera_Insecta/links/53dbbc2f0cf216e4210bffb8/Tecnicas-de-captura-de-Hymenoptera-Insecta.pdf.