

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

**O efeito de impactos antrópicos sobre a diversidade de vespas  
solitárias e seus inimigos naturais**

Amanda Zanescio Crivelaro

Dourados-MS  
Outubro de 2019

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

Amanda Zanesco Crivelaro

**O EFEITO DE IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE A  
DIVERSIDADE DE VESPAS SOLITÁRIAS E SEUS INIMIGOS  
NATURAIS**

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

Orientador: Rhainer Guillermo Ferreira Nascimento  
Co-orientador: Samuel Vieira Boff

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C936e Crivelaro, Amanda Zanesco

O EFEITO DE IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE A DIVERSIDADE DE VESPAS  
SOLITÁRIAS E SEUS INIMIGOS NATURAIS [recurso eletrônico] / Amanda Zanesco Crivelaro.

-- 2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Rhainer Guillermo Nascimento Ferreira.

Coorientador: Samuel Vieira Boff.

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Hymenoptera. 2. Etodiversidade. 3. ninho-armadilha. I. Ferreira, Rhainer Guillermo Nascimento. II. Boff, Samuel Vieira. III. Título.

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

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

**“O EFEITO DE IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE A DIVERSIDADE DE VESPAS  
SOLITÁRIAS E SEUS INIMIGOS NATURAIS”.**

Por

**AMANDA ZANESCO CRIVELARO**

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



Dr. Rhainer Guillermo Nascimento Ferreira  
Orientador/Presidente - UFSCar

**Participação remota**

Dr. Kleber Del Claro  
Membro titular - UFU

**Participação remota**

Dr. Adolfo Cordero Rivera  
Membro titular - Universidade de Vigo, Espanha

Aprovada em: 21 de outubro de 2019

## Biografia do Acadêmico

Amanda Zanesco Crivelaro nasceu em 12 de janeiro de 1995, em Ivinhema no estado de Mato Grosso do Sul, filha de Jacira Zanesco Crivelaro e Claudir Crivelaro. Coursou o Ensino Fundamental de 2001 à 2008 nas instituições: Escola Estadual Senador Filinto Müller, localizada na cidade de Ivinhema-MS, Escola Municipal de Ensino Fundamental Dr.º Álvaro Coelho, Escola Estadual Antônio Marinho de Carvalho Filho, ambas na cidade de Presidente Venceslau, no estado de São Paulo, e Escola Estadual Joaquim Gonçalves Ledo, no distrito de Amandina, Ivinhema-MS. Seu Ensino Médio foi cursado na primeira e na última escola em que se foi feito o Ensino Fundamental, nos anos de 2009, 2010 e 2011.

Em 2012 passou no vestibular para o curso de graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura, na Universidade Federal da Grande Dourados, sediada na cidade de Dourados-MS. Durante a graduação, participou como Coordenadora Geral e Administrativa do Centro Acadêmico Charles Darwin, nos anos 2013-2016 e participou de organizações de eventos acadêmicos.

Em 2017 iniciou os estudos no Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, desenvolvendo trabalhos com vespas solitárias.

*“Dormir não ajudará se sua alma estiver cansada”.*  
Provérbio Árabe

*“A mais longa caminhada começa com um passo”.*  
Provérbio Hindu

*“Não podemos exigir que os outros sejam como queremos,  
pois nem nós o somos”.*  
Lao-tsé

## Agradecimentos

Agradeço à minha família por estarem sempre juntos e me apoiarem, pelos dias que se disponibilizaram a me ajudar a cortar e furar tocos de madeira. Obrigada por sempre me incentivarem a estudar, fazer trabalhos manuais e estar pronta para esta fase do trabalho não ser um fardo. Eu não seria nada sem vocês.

Agradeço à família que construí em São Carlos, Pulero, pelas ideias para tentar me ajudar, pelas conversas jogadas fora, risos, companheirismo e todo amor envolvido. A cada um que passou por esta família, vocês são demais.

Aos meus amigos: Lore, Tati, Renan, Amperisom, Nadiele, Thiago, Guilherme Zanesco, Guilherme Gonzaga, Patrícia, Ramon, Fábio e Vinícius Bernardo, meu muito obrigada por todos os momentos que vocês dedicaram em me ajudar, seja em momentos de laboratório, campo, em casa ou ainda por me ouvirem, darem conselhos e serem realmente amigos. Gratidão por cada momento e planos juntos, e em especial à amiga Tati, por toda ajuda neste último ano. Eu amo vocês.

Agradeço aos proprietários dos locais por onde passamos, seja para coletar ou para obter informações sobre os lugares, que foram tão atenciosos. Ao Ruan e Laerte, da Fazenda Pacaembu; ao Claiton, da Fazenda Sombreiro; à família do Paulo, da Fazenda Vô Lauro; ao Rafael da Chácara Santa Felicidade; à família do José Carlos, da Chácara Clero; ao Diego, da Fazenda Carolina, ao Arielton, da Fazenda Coqueiro; ao Gilberto, Nivaldo e Maicon da Estância Che Valle Mi; ao Joel, Joel Filho e Antônio, da Fazenda Cedro; ao Homero e Seu Qualhada, da Chácara Progresso; ao Angelo, do Tênis Clube; ao Comandante Silvio, da Guarda Municipal; à Regina da Estância Santo Antônio e ao seu Vicente e sua esposa Regina, do sítio ao lado, que sempre nos recebeu tão bem, e deixavam o Nicolau nos acompanhar. Minha gratidão a todos vocês.

Gratidão a todos os professores, e técnicos administrativos e laboratoriais que fizeram parte da minha jornada nestes sete anos de UFGD. Em especial ao Vítor Sfeir que me socorreu tantas vezes durante o mestrado. Ao Prefeito Universitário Valtecir, ao Carlos pelos empréstimos de material de campo, ao Ceará e ao Givanilson, por toda mão de obra em preparar as armadilhas e instalá-las. Ao Carlos e ao Gilberto do setor de transporte, pela liberação e paciência pelas tantas vezes que precisamos marcar e desmarcar as saídas de campo, e aos motoristas Vilson, Junior, Ramão, Marco, Marcos, Joel, Careca e tantos outros que enfrentaram lama, buraco, capim alto, e traficantes no meio do mato conosco. Meu muito obrigada à cada um de vocês

À professora Mara Mussury, por ter nos cedido o espaço do laboratório e a utilização de vários materiais durante a pesquisa, assim como o professor Rogério Silvestre. Aos professores Anderson Ferreira, Alan Sciamarelli, Sandro Menezes e Simone Ceccon pelos anos de amizade e companheirismo na minha jornada, tanto profissional quanto pessoal. Ao professor Josué Raízer pelos conselhos estatísticos para o delineamento do trabalho. Aos professores Hugo Sarmiento e Facundo Labarque por participarem da banca de qualificação, aos professores Adolfo Cordero, Marco Del Lama e Kleber Del Claro por aceitarem ser minha banca de defesa. Gratidão ainda ao meu orientador Rhainer Guillermo e meu co-orientador Samuel Boff, pelo convívio e troca de experiências nestes anos.

Ao Bhrenno pelos ensinamentos de uso da lupa eletrônica e das fotos, à Ana Carla e à Fabrícia pela paciência em compartilhar este equipamento, em um momento onde todas precisavam utilizá-la; à Nayara Carvalho pelo empréstimo de material; à Lili, pelas conversas e conselhos no laboratório, ao Vinícius Lopez pelo auxílio na identificação de alguns espécimes; ao Marcelo Corrêa pelo auxílio e apoio em todo o trabalho; aos estagiários Newton, Natividade, Toru, Taynara e Henrique pelo auxílio em campo e laboratório; e à família Mendonça por terem me recebido tantos meses em casa e pelas boas conversas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela concessão de bolsa, meu muito obrigada.

E, por fim, peço desculpas se esqueci de citar alguém, mas saibam que todos vocês tiveram um papel muito importante nestes dois anos. Este título também é mérito de vocês. Obrigada a todos.

## Sumário

O EFEITO DE IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE A DIVERSIDADE DE VESPAS SOLITÁRIAS E SEUS INIMIGOS NATURAIS	1
Resumo Geral/Palavras – chave	
THE EFFECT OF ANTHROPIC IMPACTS ON THE DIVERSITY OF SOLITARY WASPS AND THEIR NATURAL ENEMIES	2
Abstract/Key words	
Introdução Geral	3
Materiais e Métodos	4
Resultados	8
Discussão	17
Referências Bibliográficas	20
Apêndice	24

# **O EFEITO DE IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE A DIVERSIDADE DE VESPAS SOLITÁRIAS E SEUS INIMIGOS NATURAIS**

## Resumo geral

Com o desenvolvimento e aumento das atividades antrópicas, quantificar as mudanças na biodiversidade tornou-se um desafio na ecologia. A consequência desses processos é a expansão dos plantios de monocultura e da urbanização, o que tem causado um processo de extinção de insetos a nível global. Desta forma, fazem-se necessários estudos em relação a biodiversidade de fragmentos de remanescentes florestais e áreas antrópicas, a fim de evidenciar a perda de diversidade do maior número de táxons possível. Portanto, este estudo buscou comparar a diversidade e redes de interações de vespas solitárias e seus inimigos naturais e, fragmentos de silvicultura, parques urbanos e matas nativas. Os resultados sugerem que, como esperado, matas nativas apresentam maior diversidade de vespas solitárias, com declínio da biodiversidade em parques urbanos e, principalmente, em monocultura de eucalipto. Entretanto, as redes de interações se mostraram mais especializadas nas áreas de silvicultura e parques urbanos, em detrimento das matas nativas. Estes resultados podem sugerir que a presença de inimigos naturais especialistas pode ser influenciada por outros fatores que não a estrutura do habitat ou que, no caso de vespas solitárias, ambientes antrópicos resultam em maior especialização de redes.

Palavras-chave: Hymenoptera, etodiversidade, ninho-armadilha.

# **THE EFFECT OF ANTHROPIC IMPACTS ON THE DIVERSITY OF SOLITARY WASPS AND THEIR NATURAL ENEMIES**

## General Abstract

With the development and increase of human activities, quantifying changes in biodiversity has become a challenge in ecology. The consequence of these processes is the expansion of monoculture plantations and urbanization, which has caused a process of global extinction of insects. Thus, studies are necessary in relation to the biodiversity of fragments of forest remnants and anthropic areas, in order to show the loss of diversity of the largest possible number of taxa. Therefore, this study sought to compare the diversity and interaction networks of solitary wasps and their natural enemies and fragments of silviculture, urban parks and native forests. The results suggest that, as expected, native forests present greater diversity of solitary wasps, with biodiversity decline in urban parks and, mainly, in eucalyptus monoculture. However, networks of interactions have shown to be more specialized in the areas of forestry and urban parks, to the detriment of native forests. These results may suggest that the presence of specialist natural enemies may be influenced by factors other than habitat structure or that, in the case of solitary wasps, anthropic environments result in greater network specialization.

Key words: Hymenoptera, ethodiversity, trap-nesting.

## **Introdução**

A fragmentação dos ambientes naturais é geralmente causada por impactos antrópicos e têm gerado mudanças no microclima que afetam diretamente as populações (Stangler et al., 2015; Winfree et al., 2011; Pereira-Peixoto et al., 2016). Deste modo, a quantificação de mudanças na biodiversidade, funções ecossistêmicas associadas e redes de interação de espécies em resposta a mudanças ambientais têm se tornado grandes desafios na ecologia (Tylianakis & Morris, 2017). Recentemente, os cientistas têm soado um alarme quanto aos efeitos destas mudanças na extinção em massa de insetos a nível global (Hallmann et al., 2017; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Como consequência destes processos de extinção, uma vez que os insetos constituem o grupo animal mais abundante e mais especializado do mundo e fornecem serviços críticos dentro dos ecossistemas, a estabilidade de redes tróficas e o funcionamento dos ecossistemas pode entrar em colapso, uma vez que são parte importante do ecossistema (May, 2010).

Vespas solitárias são um dos principais componentes das redes tróficas, atuando como predadores de topo, pois apresentam comportamentos diversos de captura e exploração das presas, o que permite o controle de espécies de uma ampla diversidade taxonômica. Entretanto, estes himenópteros estão entre os grupos mais ameaçados (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Deste modo, vespas que nidificam em cavidades pré-existentes têm se tornado um sistema modelo particularmente útil para o estudo da diversidade de polinizadores e predadores (Tschardt et al., 1998), e a consequente perda da sua diversidade. Esta diversidade pode ser facilmente avaliada experimentalmente por ninhos-armadilha, utilizados por vespas e abelhas para a construção de seus ninhos (Staab et al., 2018), os quais dificilmente são encontrados no ambiente natural (Alves-dos-Santos, 2003). A introdução destas armadilhas permite quantificar padrões de biodiversidade e de interações tróficas, além de vincular a diversidade de um grupo funcional (e.g., vespas solitárias predadoras e seus inimigos naturais), com o funcionamento do ecossistema (isto é, parasitismo, predação e polinização), questões que recentemente têm ganhado destaque (Klein et al., 2006; Duffy, 2009; Brophy et al., 2017).

A diversidade de vespas e sua função no ecossistema tem sido afetada pela perda de habitat e conversão em áreas de plantio, assim como a aplicação de agrotóxicos (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). No Estado do Mato Grosso do Sul (MS), a economia tem sua maior base na monocultura de soja, milho e Eucalipto, culturas de produção em larga escala e alto uso de herbicidas e agrotóxicos (Aktar et al., 2009). Essas práticas fazem com que se forme pequenos fragmentos de mata nativa, distribuídos ao longo de uma matriz antrópica de plantações e áreas urbanas. Deste modo, populações de espécies nativas de insetos ficam isoladas em fragmentos de Mata Atlântica, Chaco e Cerrado, típicos da região de ecótono em que o MS se encontra (Saunders et al., 1991). Considerando-se o uso de agrotóxicos, a matriz de monoculturas não é

apenas uma barreira física para a migração das espécies entre os fragmentos, mas também uma barreira química que impede o fluxo gênico e a ocupação de habitats preferenciais (Chagnon et al., 2015).

É necessário conhecimento da composição de espécies e suas interações, na forma de redes de interação, para entender processos que moldam sua distribuição no tempo e no espaço. Há um número limitado de investigações sobre variações de redes ecológicas ao longo de gradientes ambientais e urbanos, devido à dificuldade de quantificar as interações entre as espécies (Pellissier et al., 2018). Ninhos-armadilha para vespas solitárias se tornam, portanto, bons modelos de estudo de redes de interações neste âmbito (Staab et al., 2018).

Portanto, o presente estudo teve como objetivo testar a hipótese de que comunidades de vespas solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes são mais diversas em áreas de matas nativas e apresentam maior especialização do que aquelas encontradas em parques urbanos e áreas de silvicultura (para alguns, este último chamado de reflorestamento). Principalmente, considerando que comunidades mais ricas em espécies possuem maior grau de especialização (Dalsgaard et al., 2011). As matas nativas são áreas preservadas e com recursos naturais, os parques urbanos são limitados em recursos e diversidade, e as áreas de silvicultura são estritamente de monocultura, utilizando como método de manejo agrotóxicos inibidores de crescimento de outras espécies vegetais, com baixa diversidade vegetal e disponibilidade de recursos. Portanto, espera-se que áreas de silvicultura apresentem o menor grau de especialização e de diversidade, uma vez que a especialização das redes é uma medida de estabilidade da mesma, pois locais impactados tendem a perder especialistas e manter generalistas mais resilientes.

## **Material e métodos**

### *Local de estudo e ninhos armadilha*

O estudo foi realizado em áreas pré-selecionadas com tamanhos similares entre si e dentro dos limites do município de Dourados-MS, Brasil, sendo elas quatro áreas de silvicultura, quatro de mata nativa e quatro de parques urbanos.

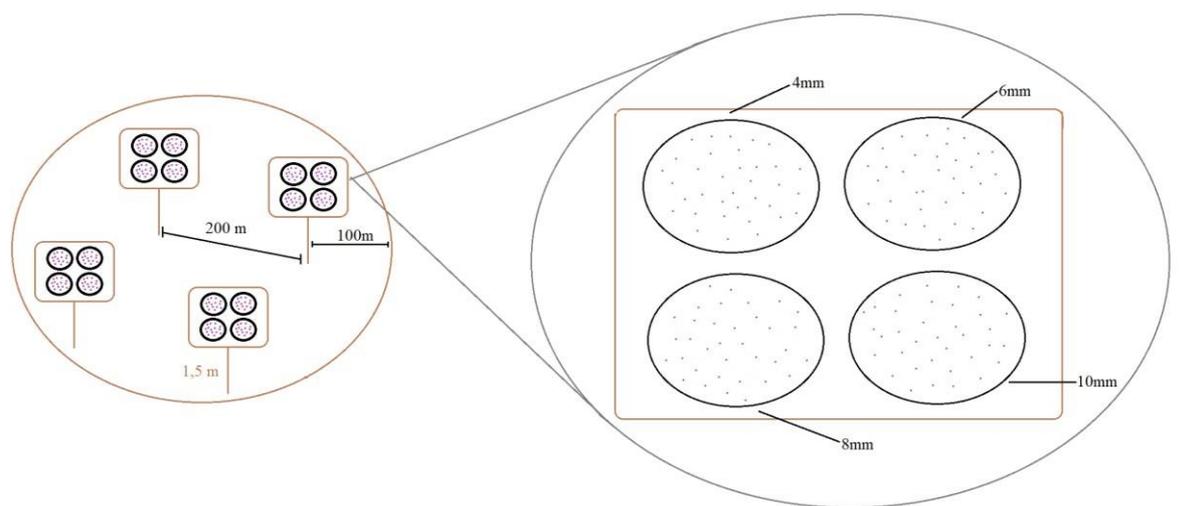
Para as coletas de vespas solitárias, foram utilizados ninhos-armadilha, pois esta é uma boa forma de se obter informações biológicas sobre o grupo estudado (Martins et al., 2012). Em cada local de estudo, foram colocadas quatro estações de monitoramento com pelo menos 200m de distância um do outro e obrigatoriamente a 100m de distância da borda.

Cada estação de monitoramento foi confeccionada com uma haste de eucalipto de 2m, deste, cerca de 50cm estava abaixo da superfície do solo. No seu topo, foi colocada uma caixa

de madeira. Dentro da caixa de madeira, foram colocados ninhos armadilhas. Estes foram confeccionados com a perfuração de troncos de madeira ( $n = 4$ ). Em cada ninho armadilha, um dos troncos de madeira tinham 35 cavidade de 0,4cm de diâmetro e 7cm de comprimento; outro tronco com 35 cavidades de 0,6cm e 8,5cm de comprimento; outro de 0,8cm de diâmetro e 8,5cm de comprimento, e outro com 35 cavidades de 1cm e 10,5cm de comprimento, totalizando 140 cavidades de quatro diferentes tamanhos em cada armadilha (Fig. 1).

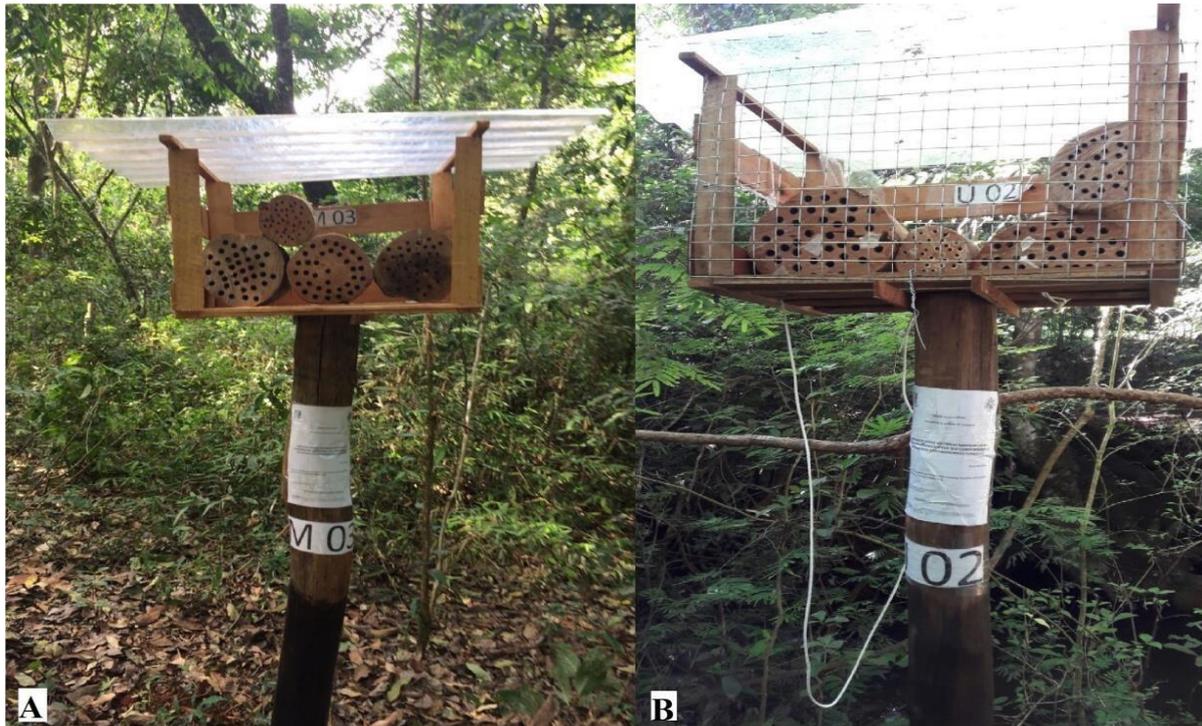
Na parte superior da caixa, ultrapassando 15cm em cada lateral, um telhado de telha acrílica foi colocado para evitar intempéries (por exemplo, sol e chuva) que poderiam danificar os ninhos armadilhas.

As hastes de eucalipto permaneceram à 1,5m do solo (Fig. 1), similar ao descrito por Alonso et al. (2012), e dispostos aleatoriamente na paisagem dos locais escolhidos que haviam vegetação (Tabela 1), excluindo locais desmatados, ou vias de acesso.



**Figura 1.** Demonstração de uma área de coleta. As armadilhas estavam com no mínimo 200m de distância uma da outra, e à 100m da borda da mata. No detalhe, uma estação com os ninhos armadilhas.

Nas cavidades dos troncos, foram inseridos tubos das mesmas medidas confeccionados com cartolina preta, de modo que a cada quinze dias os tubos que continham ninhos construídos por himenópteros foram coletados e substituídos por tubos vazios. Em locais onde não havia perturbação exterior às armadilhas, estas foram deixadas sem grade de proteção (Fig. 2.A). Entretanto, em locais onde havia a presença de macacos-prego, que saqueavam as armadilhas (roubavam canudos de cartolina, e trocos de madeira), os troncos foram amarrados com fio de nylon à base da caixa de transporte de frutas da armadilha e foram colocadas tela de aço galvanizado na parte frontal da armadilha (Fig. 2.B), de modo que o contato com os troncos só fosse possível se a tela fosse removida.



**Figura 2.** Ninhos armadilhas utilizados para coleta de vespas solitárias e seus inimigos naturais. **A.** Armadilha em local onde não houve intervenção de mamíferos. **B.** Armadilha com proteção de tela e fio de nylon.

Na haste de cada armadilha, foi colocado um número de identificação referente ao ponto de coleta com a letra “E” para silvicultura, “M” para mata nativa e “U” para parque urbano, seguidos da numeração da armadilha que variava de 1 à 16, para cada área (Tabela 1). Além disso, as hastes eram pintadas com óleo queimado à cada verificação de armadilhas (a cada 15 dias) para evitar que formigas pudessem subir e utilizar as cavidades ou predares os ninhos.

**Tabela 1.** Localização dos pontos de coleta.

	Local	Estação nº	Coordenadas		Altitude (m)
			S	W	
Área de Silvicultura	Sombrerito	E 01	22° 05' 09.5"	55° 05' 41.6"	418
	Sombrerito	E 02	22° 05' 12.7"	55° 05' 41.6"	437
	Sombrerito	E 03	22° 05' 02.1"	55° 05' 44.4"	449
	Sombrerito	E 04	22° 04' 57.5"	55° 05' 54.2"	457
	Pacaembu II	E 05	22° 07' 25.8"	55° 04' 50.4"	449
	Pacaembu II	E 06	22° 07' 28.5"	55° 04' 57.8"	451
	Pacaembu II	E 07	22° 07' 15.6"	55° 04' 59.3"	452
	Pacaembu II	E 08	22° 07' 23.7"	55° 05' 02.2"	454
	Pacaembu I	E 09	22° 14' 00.6"	54° 47' 40.9"	478
	Pacaembu I	E 10	22° 06' 35.5"	55° 03' 32.0"	465

Continuação da Tabela 1

	Pacaembu I	E 11	22° 06' 42.5"	55° 03' 28.2	469
	Pacaembu I	E 12	22° 06' 45.3"	55° 03' 33.9"	468
	Che Valle Mi	E 13	22° 12' 40.6"	54° 41' 57.3"	372
	Che Valle Mi	E 14	22° 12' 38.5"	54° 41' 50.8"	378
	Che Valle Mi	E 15	22° 12' 43.7"	54° 41' 50.1"	378
	Che Valle Mi	E 16	22° 12' 42.2"	54° 41' 46.7"	388
<b>Área de Mata</b>	Vô Lauro	M 01	22° 06' 44.9"	55° 05' 19.41"	445
	Vô Lauro	M 02	22° 06' 54.7"	55° 05' 24.0"	448
	Vô Lauro	M 03	22° 07' 00.9"	55° 05' 36.2"	457
	Vô Lauro	M 04	22° 06' 58.5"	55° 05' 50.7"	459
	Azulão	M 05	22° 12' 28.2"	54° 55' 14.0"	439
	Azulão	M 06	22° 12' 54.9"	54° 55' 09.3"	427
	Azulão	M 07	22° 12' 41.0"	54° 55' 11.6"	438
	Azulão	M 08	22° 12' 46.6"	54° 55' 03.5"	432
	Santo Antônio	M 09	22° 11' 25.2"	54° 42' 15.1"	388
	Santo Antônio	M 10	22° 11' 25.2"	54° 42' 10.9"	384
	Santo Antônio	M 11	22° 11' 28.7"	54° 42' 09.1"	375
	Santo Antônio	M 12	22° 11' 32.5"	54° 42' 05.3"	384
	Cedro	M 13	22° 17' 45.7"	54° 54' 12.0"	393
	Cedro	M 14	22° 17' 03.1"	54° 54' 31.5"	417
	Cedro	M 15	22° 16' 43.1"	54° 54' 30.8"	417
	Cedro	M 16	22° 17' 45.7"	54° 54' 12.3"	386
<b>Área de Parques Urbanos</b>	Stª Felicidade	U 01	22° 12' 21.1"	54° 50' 03.8"	426
	Stª Felicidade	U 02	22° 12' 17.8"	54° 50' 05.1"	423
	Stª Felicidade	U 03	22° 12' 8.10"	54° 50' 04.51"	434
	Stª Felicidade	U 04	22° 12' 24.1"	54° 50' 03.9"	428
	Progresso	U 05	22° 12' 33.8"	54° 49' 05.7"	413
	Progresso	U 06	22° 12' 34.1"	54° 49' 01.9"	410
	Progresso	U 07	22° 12' 33.6"	54° 48' 58.8"	413
	Progresso	U 08	22° 12' 31.8"	54° 48' 58.7"	417
	Arnulpho Fioravanti	U 09	22° 14' 05.4"	54° 47' 33.3"	404
	Arnulpho Fioravanti	U 10	22° 14' 02.2"	54° 47' 35.9"	402
	Arnulpho Fioravanti	U 11	22° 14' 00.6"	54° 47' 40.9"	405
	Arnulpho Fioravanti	U 12	22° 13' 58.0"	54° 47' 42.2"	405
	Coqueiro	U 13	22° 15' 29.9"	54° 45' 09.4"	403
	Coqueiro	U 14	22° 15' 24.2"	54° 45' 09.8"	405
	Coqueiro	U 15	22° 15' 22.1"	54° 45' 10.6"	403
	Coqueiro	U 16	22° 15' 17.1"	54° 45' 13.6"	399

Os ninhos foram coletados a cada quinze dias e dispostos no Laboratório de Polinização da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) em Dourados-MS, onde foram acompanhadas as emergências. Todos os ninhos em tubos de cartolinas foram mantidos dentro de mangueiras transparentes com pedaços de tecido chamado “volta ao mundo” em uma

extremidade e na outra um chumaço de algodão, para permitir a circulação de ar. Em uma etiqueta colocada na mangueira, foi anotado a data de coleta, local, diâmetro e numeração dos ninhos. Os ninhos foram mantidos em laboratório com temperatura controlada a  $26^{\circ}\text{C}\pm 1$  até a emergência dos adultos, quando estes foram fixados em álcool 98% e enviados para o Laboratório de Estudos Ecológicos em Etologia e Evolução (LESTES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos-SP, para identificação dos espécimes seguindo Sharkey (2006) e manutenção como *vouchers* à  $-5^{\circ}\text{C}$ .

### *Análises estatísticas*

Foram feitas análises estatísticas para verificar o grau de especialização da rede ( $H_2'$ ) utilizando o software de estatística R 3.5.1 (R Core Team 2017). Esta análise é uma medida bidimensional, variando entre 0 e 1, onde 0 significa uma rede mais generalista e 1 uma rede mais especialista. Para o cálculo de especialização de hospedeiros e parasitoides foi necessário fazer uma matriz ordenada para cada área, mostrando a relação entre seus hospedeiros e parasitoides. O índice  $d'$  mostra a especialização de uma espécie de inimigo natural baseada na quantidade de vezes em que ela aparece na rede calculada. Esse índice varia de 0 (espécies mais generalistas) a 1 (espécies mais especializadas), segundo Blüthgen et al. (2006).

Por fim, a dependência de parasitoides aos hospedeiros foram avaliadas através do programa PAST, versão 3.23, onde os valores podem variar entre 0 para aqueles indivíduos que possuem uma baixa dependência do hospedeiro e 1 para os que são altamente dependentes de seus hospedeiros.

## **Resultados**

Foram coletados 838 ninhos entre novembro de 2017 a março de 2018 e junho de 2018 à novembro de 2018. Destes ninhos, 441 foram em área destinada a silvicultura, 231 em mata nativa e 166 em parques (Pq) urbanos, totalizando 43 morfoespécies coletadas (Tabela 2). As análises dos índices de diversidade mostram que a área de Mata nativa é mais diversa ( $H$  de Shannon = 2,314; Evenness = 0,404; Alpha de Fisher = 5,554) em relação aos Parques Urbanos ( $H$  de Shannon = 2,234; Evenness = 0,424; Alpha de Fisher = 5,034) e plantações de Eucalipto ( $H$  de Shannon = 1,833; Evenness = 0,261; Alpha de Fisher = 0,183).

**Tabela 2.** Morfoespécies de vespas solitárias e seus parasitoides coletados em ninhos-armadilha.

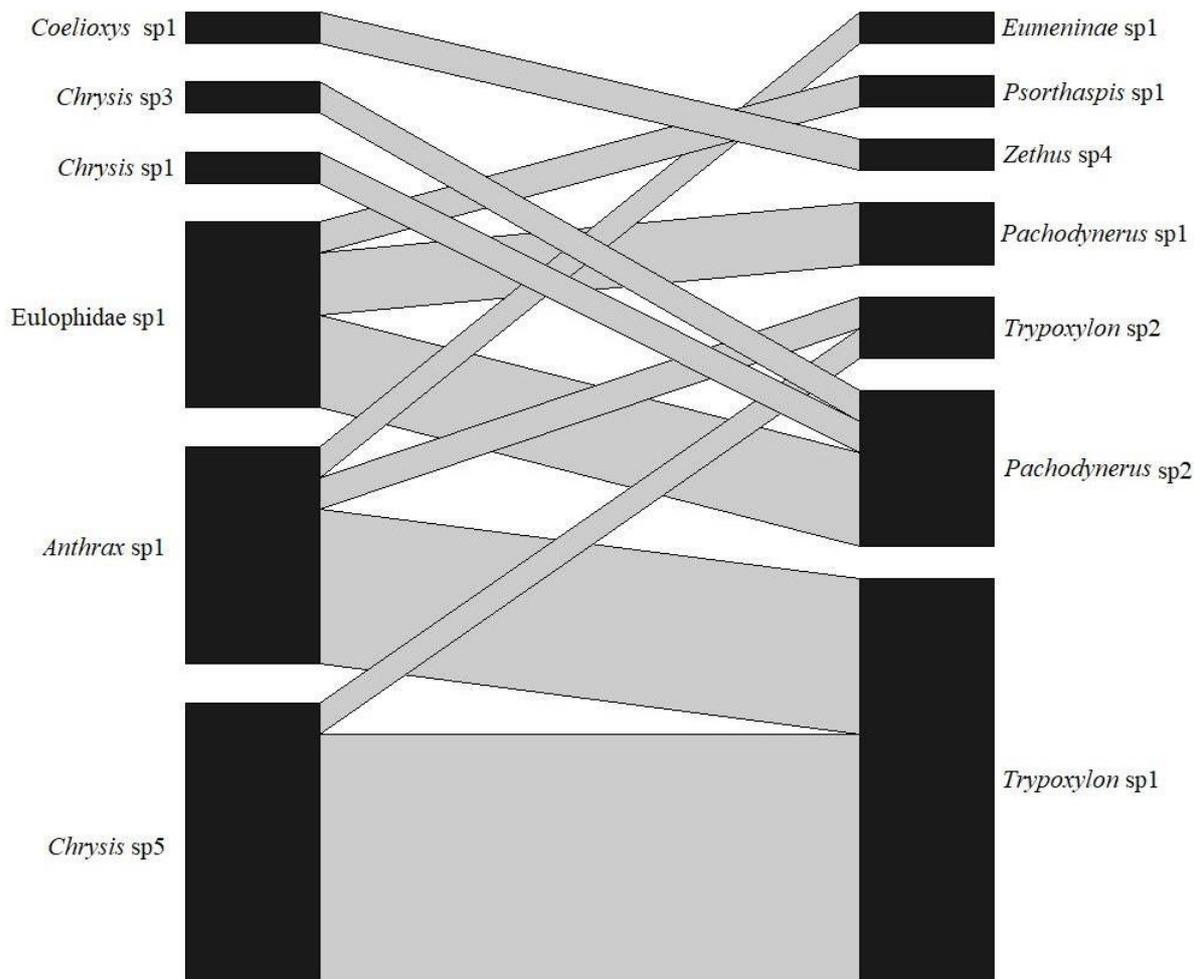
<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>Eucalipto</b>	<b>Mata</b>	<b>Urbano</b>	<b>Total</b>	
Braconidae	Braconidae sp1*	0	0	1	1	
Chalcididae	Chalcididae sp1*	0	0	10	10	
Chrysididae	<i>Chrysis</i> sp1	3	24	1	28	
	<i>Chrysis</i> sp2	0	9	6	15	
	<i>Chrysis</i> sp3	2	0	0	2	
	<i>Chrysis</i> sp4	0	3	0	3	
	<i>Chrysis</i> sp5	11	0	3	14	
Crabronidae	<i>Pison</i> sp1	0	0	11	11	
	<i>Pison</i> sp2	0	0	2	2	
	<i>Miscophus</i> sp1	1	0	0	1	
	<i>Miscophus</i> sp2	9	0	1	10	
	<i>Pisonopsis</i> sp1	0	0	13	13	
	<i>Trypoxylon</i> sp1	749	153	76	978	
	<i>Trypoxylon</i> sp2	74	23	19	116	
	<i>Trypoxylon</i> sp3	43	5	117	165	
	<i>Trypoxylon</i> sp4	14	20	3	37	
	<i>Trypoxylon</i> sp5	21	3	29	53	
Eulophidae	Eulophidae sp1*	1418	1719	480	3617	
Ichneumonidae	Ichneumonidae sp1*	8	0	1	9	
Vespidae	Eumeninae sp1	42	0	1	43	
	<i>Hypalastoroides</i> sp1	2	11	7	20	
	<i>Hypalastoroides</i> sp2	13	6	0	19	
	<i>Leptochilus</i> sp1	0	1	0	1	
	<i>Pachodynerus</i> sp1	45	7	0	52	
	<i>Pachodynerus</i> sp2	47	122	47	216	
	<i>Pachodynerus</i> sp3	27	4	2	33	
	<i>Pachodynerus</i> sp4	14	13	4	31	
	<i>Pachodynerus</i> sp5	0	6	0	6	
	<i>Pachodynerus</i> sp6	7	9	0	16	
	<i>Pachodynerus</i> sp7	0	3	0	3	
		<i>Zethus</i> sp1	61	14	1	76
		<i>Zethus</i> sp2	34	4	0	38
		<i>Zethus</i> sp3	3	0	0	3
	<i>Zethus</i> sp4	25	2	0	27	
Sphecidae	<i>Isodontia</i> sp1	0	1	0	1	
	<i>Penepodium</i> sp1	0	3	10	13	
	<i>Podium</i> sp1	14	26	34	74	
	<i>Podium</i> sp2	0	23	4	27	
	<i>Sphecinae</i> sp1	0	0	2	2	
Pompilidae	<i>Psorthaspis</i> sp1	26	0	0	26	
Torymidae	<i>Torymus</i> sp1*	0	4	4	8	
<b>Total</b>		2713	2218	889	5820	

\*Parasitoides

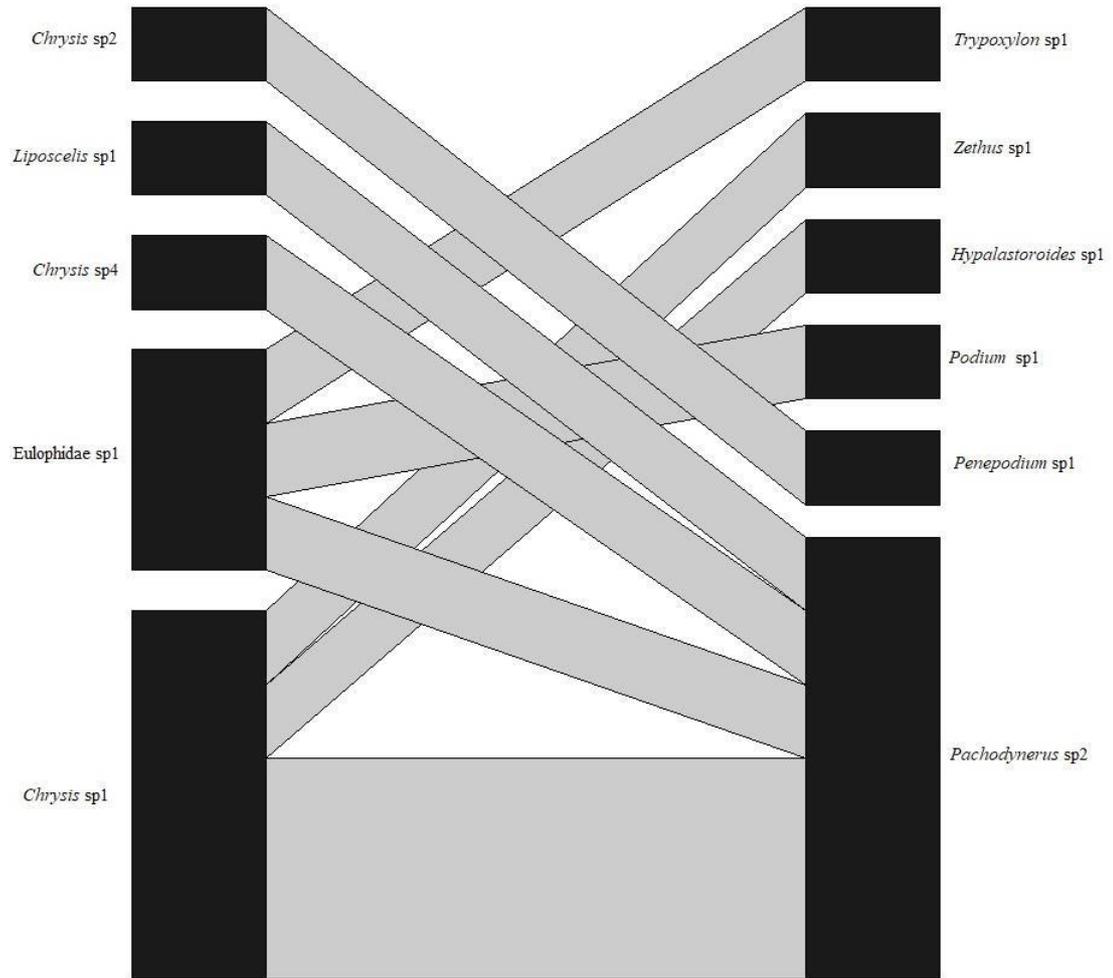
Houve uma maior diversidade de inimigos naturais na área de silvicultura, quando comparada às outras áreas (Tabela 3), fazendo com que a especialização dos indivíduos presentes neste tipo de vegetação seja maior ( $H' = 0,672$ , Fig. 3) do que nos outros locais (mata nativa, Fig. 4; e, parques urbanos, Fig. 5).

**Tabela 3.** Especialização da rede entre hospedeiro-parasitoide nas três áreas amostradas.

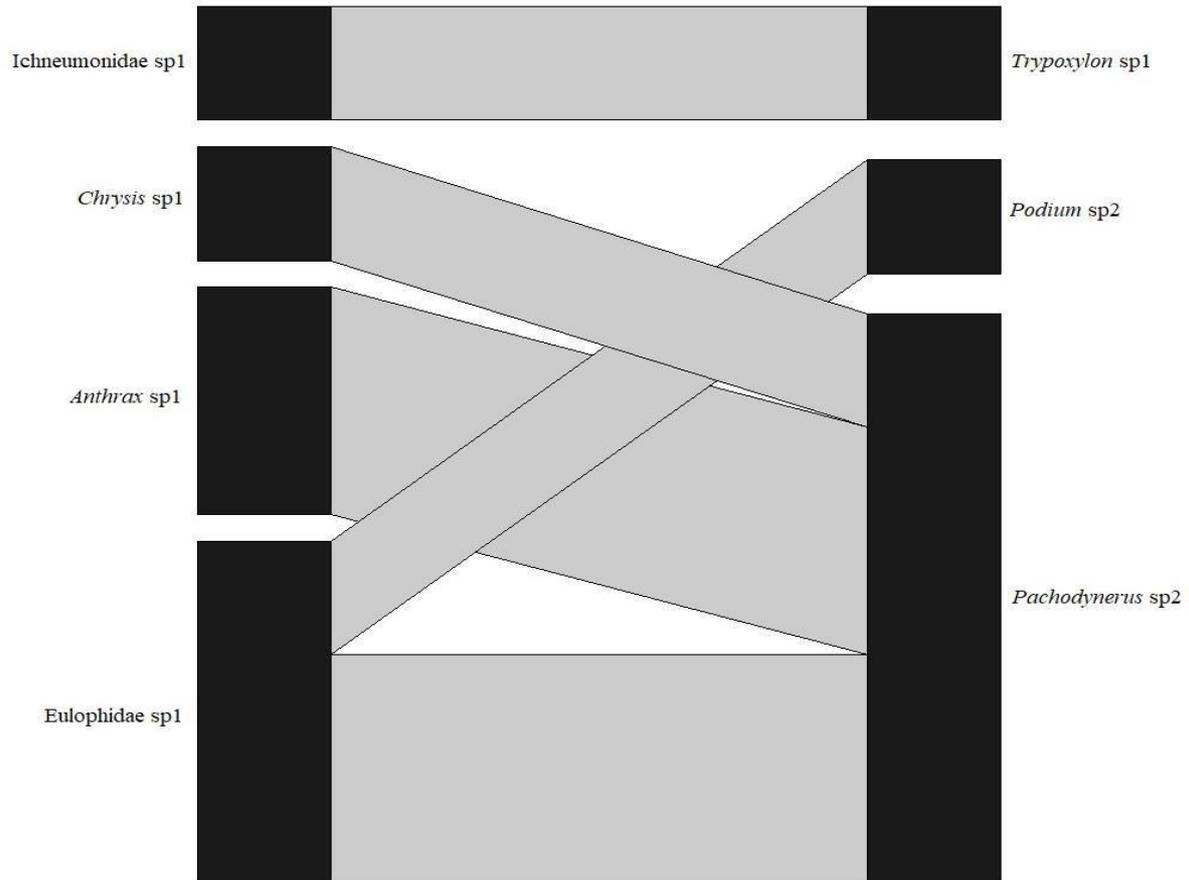
	<b>Silvicultura</b>	<b>Mata nativa</b>	<b>Pq urbanos</b>
<b>H2'</b>	0,672	0,286	0,420



**Figura 3.** Rede de interação na silvicultura.



**Figura 4.** Rede de interação na mata nativa.



**Figura 5.** Rede de interação nos parques urbanos.

Dentre as morfoespécies de inimigos naturais, aqueles presentes na silvicultura estão em maior quantidade (6) e especialização, diferente do que se esperava (demonstrado por  $d'$ ), que a mata nativa seria a área com maior especialização (Tabela 4).

**Tabela 4.** Especialização das espécies (d') por área de coleta.

<b>Parasitoide</b>	<b>Silvicultura</b>	<b>Mata nativa</b>	<b>Pq urbanos</b>
<i>Anthrax</i> sp1	0,792	-	0,336
<i>Chrysis</i> sp1	0,372	0,053	0,336
<i>Chrysis</i> sp2	-	0,000	-
<i>Chrysis</i> sp3	0,372	-	-
<i>Chrysis</i> sp4	-	1,000	-
<i>Chrysis</i> sp5	0,427	-	-
<i>Coelioxys</i> sp1	1,000	-	-
Eulophidae	0,290	0,184	0,236
Ichneumonidae	-	-	1,000
<i>Liposcelis</i> sp1	-	0,000	-
<b>Média</b>	0,542	0,333	0,477

Para o grau de dependência dos indivíduos, temos em comum nas três áreas a morfoespécie Eulophidae, que na silvicultura é dependente dos hospedeiros *Pachodynerus* sp1 e *Psorthaspis* sp1 (Tabela 5), enquanto que na mata temos Eulophidae como dependente de *Trypoxylon* sp1 e *Podium* sp1 (Tabela 6), e nos parques urbanos a mesma espécie é dependente de *Podium* sp2 (Tabela 7).

**Tabela 5.** Valores de dependência para a rede do eucalipto.

<b>Inimigos Naturais</b>	<b>Hospedeiros</b>						
	<i>Trypoxylon</i> sp1	<i>Pachodynerus</i> sp2	<i>Pachodynerus</i> sp1	<i>Trypoxylon</i> sp2	<i>Eumeninae</i>	<i>Psorthaspis</i> sp1	<i>Zethus</i> sp4
<i>Chrysis</i> sp5	0,62	-	-	0,50	-	-	-
<i>Anthrax</i> sp1	0,38	-	-	0,50	1,00	-	-
<b>Eulophidae</b>	-	0,60	1,00	-	-	1,00	-
<i>Coelioxys</i> sp1	-	-	-	-	-	-	1,00
<i>Chrysis</i> sp1	-	0,20	-	-	-	-	-
<i>Chrysis</i> sp3	-	0,20	-	-	-	-	-

**Tabela 6.** Valores de dependência (d') para a rede da mata.

<b>Inimigos Naturais</b>	<b>Hospedeiros</b>					
	<i>Pachodynerus</i> sp2	<i>Trypoxylon</i> sp1	<i>Zethus</i> sp1	<i>Hypalastoroides</i> sp1	<i>Podium</i> sp1	<i>Penepodium</i> sp1
<i>Chrysis</i> sp1	0,50	0,00	1,00	1,00	-	-
<b>Eulophidae</b>	0,17	1,00	-	-	1,00	-
<i>Chrysis</i> sp4	-	-	-	-	-	1,00
<i>Liposcelis</i> sp1	0,17	-	-	-	-	-
<i>Chrysis</i> sp2	0,17	-	-	-	-	-

**Tabela 7.** Valores de dependência (d') para área urbana.

<b>Inimigos Naturais</b>	<b>Hospedeiros</b>		
	<i>Pachodynerus</i> sp2	<i>Trypoxylon</i> sp1	<i>Podium</i> sp2
<b>Eulophidae</b>	0,40	-	1,00
<i>Anthrax</i> sp1	0,40	-	-
<b>Ichneumonidae</b>	-	1,00	-
<i>Chrysis</i> sp1	0,20	-	-

## Discussão

Nossos resultados mostram que as áreas de Mata nativa possuíram maior diversidade de vespas solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes. Estes resultados corroboram nossa hipótese inicial e demonstram como o impacto antrópico de áreas urbanas e agrícolas podem afetar comunidades de vespas. Os resultados aqui apresentados, diferem de estudos similares que sugerem que não há influência da simplificação do habitat na diversidade alfa e redes de interações de vespas que nidificam em cavidades pré-existentes em fragmentos de Mata Atlântica (Nether et al., 2019).

Os resultados também mostram que as áreas de silvicultura apresentaram maiores valores de abundância de vespas. Estes resultados podem ser explicados pela presença de áreas de preservação permanente no entorno das áreas de silvicultura, uma vez que essas áreas podem funcionar como um reservatório de recursos necessários para as vespas e seus inimigos naturais (Menalled et al., 1999). Sabe-se que a disponibilidade de presas também pode influenciar a diversidade de vespas. Em plantações de eucalipto, a abundância de aranhas (presas de grande parte das vespas solitárias) é maior do que nos pampas gaúchos (Rodrigues et al., 2010). De fato, plantações de eucalipto e pinheiros podem apresentar as maiores diversidades de aranhas em comparação com vegetações nativas (Corcuera et al., 2015). Em trabalhos realizados por Peruquetti & Del Lama (2003a, 2003b); Santoni et al. (2009); e Santoni & Del Lama (2007), grande parte dos emergidos de ninhos armadilha foram do gênero *Trypoxylon*. Deste modo, uma alta abundância de vespas do gênero *Trypoxylon*, caçadores de aranhas, pode ocasionar e manter a ocorrência de inimigos naturais especialistas neste grupo.

Neste estudo, a área que apresentou maior especialização na rede de interações entre a comunidade de vespas solitárias e seus inimigos naturais foi a silvicultura, contradizendo nossa hipótese inicial. As áreas urbanas ainda apresentaram maior especialização que as áreas de Mata nativa. O uso do solo e o grau de sucessão da área pode aumentar o nível de especialização das redes de interação (De Araújo et al., 2015; Wende et al., 2017), podendo explicar os resultados aqui encontrados. Áreas urbanas, principalmente, possuem áreas em estágios sucessionais iniciais, o que aumenta a especialização das redes de interações

(Redmond et al., 2019), como observado aqui. Outra explicação é a relação entre a riqueza de hospedeiros e o nível de especialização da rede – comunidades com mais espécies possuem maior partição de ninho, portanto, maior especialização (Dalsgaard et al., 2011).

O crescimento das áreas urbanas e o aumento das áreas agrícolas ao redor das matas, aos poucos estão diminuindo e substituindo as áreas naturais, fragmentando-as e deixando estas áreas mais frágeis (Grimm et al., 2008), de modo que são formadas ilhas de isolamento. A maioria dos habitats naturais e semi-naturais agora está fragmentada. A fragmentação do habitat pode ser um dos fatores mais importantes na ruptura de diferentes tipos de interações, ruptura essa que pode representar uma causa imediata de extinção de espécies (Sabatino et al., 2010). Utilizando-se da teoria da biogeografia de ilhas, a fragmentação de habitat acaba isolando as espécies hospedeiro-parasitoide (With & Pavuk, 2019), onde os recursos são limitados. De fato, evidências recentes sugerem que redes de interações que envolvem polinizadores, por exemplo, possuem maior especialização quando os recursos são escassos (Souza et al., 2018). Consequentemente, a redução do habitat e de recursos podem resultar na perda de interações devido à especialização das redes (Aizen et al., 2012). Considerando que as interações entre espécies são a força motriz da dinâmica ecológica nas comunidades, o desequilíbrio desta força pode levar à extinção de espécies a nível local (Sabatino et al., 2010).

Nossos resultados também mostram que plantações de eucalipto, em ambientes fragmentados, podem servir como refúgios para espécies de vespas solitárias, uma vez que são organismos frágeis, e a presença de ambientes alterados favorecem a permanência destes insetos nestes locais. Para que um local seja um refúgio eficaz, deve haver recursos florais e de nidificação suficientes para as vespas solitárias. No presente caso, as áreas de silvicultura se caracterizavam por cultivo integrado com pasto para gado, o que provavelmente permite o crescimento de plantas com flores e recursos para as vespas. O fato destes indivíduos estarem presentes em maior número na silvicultura não sugere que monocultura seja a melhor opção para a biodiversidade, mas sim, que para a realidade do município de Dourados, onde a paisagem é extremamente modificada com desmatamento e monoculturas formando barreiras físicas e químicas pelos agrotóxicos, as plantações de eucalipto fornecem locais para nidificação destas espécies amostradas.

Em conclusão, o presente estudo mostra que áreas de mata nativa possuem

maior diversidade local, mas, no entanto, a especialização das espécies ocorre principalmente na silvicultura. Isso pode sugerir que os indivíduos generalistas ocupam habitats mais íntegros, porém, quanto mais isolados, menor a chance de ter uma grande variedade de parasitoides. Desta forma, o próximo passo é avaliar se em outros gradientes de paisagens, a especialização varia com o isolamento das áreas.

### Referências Bibliográficas

AIZEN, M. A., SABATINO, M., & TYLIANAKIS, J. M. (2012). Specialization and rarity predict nonrandom loss of interactions from mutualist networks. *Science*, 335(6075), 1486-1489.

AKTAR, W., SENGUPTA, D., & CHOWDHURY, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary toxicology*, 2(1), 1-12.

ALONSO, J. D., SILVA, J. F., & GARÓFALO, C. A. (2012). The effects of cavity length on nest size, sex ratio and mortality of *Centris (Heterocentris) analis* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). *Apidologie*, 43(4), 436-448.

ALVES-DOS-SANTOS, I. (2003). Trap-nesting bees and wasps on the university campus in Sao Paulo, southeastern Brazil (Hymenoptera: Aculeata). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 76(2), 328–334.

BLÜTHGEN, N., MENZEL, F., & BLÜTHGEN, N. (2006). Measuring specialization in species interaction networks. *BMC ecology*, 6(1), 9.

BROPHY, C., DOOLEY, Á., KIRWAN, L., FINN, J. A., MCDONNELL, J., BELL, T., & CONNOLLY, J. (2017). Biodiversity and ecosystem function: making sense of numerous species interactions in multi-species communities. *Ecology*, 98(7), 1771-1778.

CHAGNON, M., KREUTZWEISER, D., MITCHELL, E. A., MORRISSEY, C. A., NOOME, D. A., & VAN DER SLUIJS, J. P. (2015). Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(1), 119-134.

CORCUERA, P., VALVERDE, P. L., JIMÉNEZ, M. L., PONCE-MENDOZA, A., DE LA ROSA, G., & NIETO, G. (2015). Ground spider guilds and functional diversity in native pine woodlands and Eucalyptus plantations. *Environmental Entomology*, 45(2), 292-300.

DALSGAARD, B., MAGÅRD, E., FJELDSÅ, J., GONZÁLEZ, A. M. M., RAHBEK, C., OLESEN, J. M., JEFF OLLERTON, F., ALARCÓN, R., ARAUJO, A. C., COTTON, P. A., LARA, C., MACHADO, C. G., SAZIMA, I., SAZIMA, M., TIMMERMANN, A., WATTS, S., SANDEL, B., SUTHERLAND, W. J., SVENNING, J. C. & LARA, C. (2011). Specialization in plant-hummingbird networks is associated with species richness, contemporary precipitation and quaternary climate-change velocity. *PLoS One*, 6(10), e25891.

DE ARAÚJO, W. S., VIEIRA, M. C., LEWINSOHN, T. M., & ALMEIDA-NETO, M. (2015). Contrasting effects of land use intensity and exotic host plants on the specialization of interactions in plant-herbivore networks. *PloS one*, 10(1), e0115606.

DUFFY, J. E. (2009). Why biodiversity is important to the functioning of real-world ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(8), 437-444.

GRIMM, N. B., FAETH, S. H., GOLUBIEWSKI, N. E., REDMAN, C. L., WU, J., BAI, X., & BRIGGS, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756-760.

HALLMANN, C. A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H & GOULSON, D. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one*, 12(10), e0185809.

KLEIN, A. M., STEFFAN-DEWENTER, I. N. G. O. L. F., & TSCHARNTKE, T. (2006). Rain forest promotes trophic interactions and diversity of trap-nesting Hymenoptera in adjacent agroforestry. *Journal of Animal Ecology*, 75(2), 315-323.

MARTINS, C. F.; FERREIRA, R. P.; CARNEIRO, L. T. (2012). Influence of the orientation of nest entrance, shading, and substrate on sampling trap-nesting bees and wasps. *Neotropical entomology*, v. 41, n. 2, p. 105-111.

MAY, R. M. (2010). Ecological science and tomorrow's world. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1537), 41-47.

MENALLED, F. D., MARINO, P. C., GAGE, S. H., & LANDIS, D. A. (1999). Does agricultural landscape structure affect parasitism and parasitoid diversity?. *Ecological applications*, 9(2), 634-641.

NETHER, M. C., DUDEK, J., & BUSCHINI, M. L. T. (2019). Trophic interaction and diversity of cavity-nesting bees and wasps (Hymenoptera: Aculeata) in Atlantic forest fragments and in adjacent matrices. *Apidologie*, 50(1), 104-115.

PELLISSIER, L., ALBOUY, C., BASCOMPTE, J., FARWIG, N., GRAHAM, C., LOREAU, M., MAGLIANESI, M. A., MELIÁN, C. J., PITTELOUD, C., ROSLIN, T., ROHR, R., SAAVEDRA, S., THUILLER, W., WOODWARD, G., ZIMMERMANN, N. E., & GRAVEL, D. (2018). Comparing species interaction networks along environmental gradients. *Biological Reviews*, 93(2), 785-800.

PEREIRA-PEIXOTO, M. H., PUFAL, G., STAAB, M., FEITOSA MARTINS, C. E. L. S. O., & KLEIN, A. M. (2016). Diversity and specificity of host-natural enemy interactions in an urban-rural interface. *Ecological Entomology*, 41(3), 241-252.a

PERUQUETTI, R. C., & DEL LAMA, M. A. (2003a). Alocação sexual e seleção

sexo-dependente para tamanho de corpo em *Trypoxylon rogenhoferi* Kohl (Hymenoptera, Sphecidae). Revista Brasileira de Entomologia, 47(4), 581-588.

PERUQUETTI, R. C., & DEL LAMA, M. A. (2003b). Notes on the sociality and nesting biology of *Trypoxylon (Trypoxylon) asuncicola* Strand, 1910 (Hymenoptera, Sphecidae). Revista Brasileira de Entomologia, 47(2), 297-301.

REDMOND, C. M., AUGA, J., GEWA, B., SEGAR, S. T., MILLER, S. E., MOLEM, K., WEIBLEN, G. D., BUTTERILL, P. T., MAIYAH, G., HOOD, A. S. C., VOLF, M., JORGE, L. R., BASSET, Y., & NOVOTNÝ, V. (2019). High specialization and limited structural change in plant-herbivore networks along a successional chronosequence in tropical montane forest. Ecography, 42(1), 162-172.

RODRIGUES, E. N. L., MENDONÇA, J. R., DE S, M. I. L. T. O. N., ROSADO, O., & LOECK, A. E. (2010). Soil spiders in differing environments: *Eucalyptus* plantations and grasslands in the Pampa biome, southern Brazil. Revista Colombiana de Entomología, 36(2), 277-284.

SABATINO, M., MACEIRA, N., & AIZEN, M. A. (2010). Direct effects of habitat area on interaction diversity in pollination webs. Ecological Applications, 20(6), 1491-1497.

SÁNCHEZ-BAYO, F., & WYCKHUYS, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. Biological Conservation, 232, 8-27.

SANTONI, M. M., BRESCOVIT, A. D., & LAMA, M. A. D. (2009). Differential occupation of the habitat by *Trypoxylon (Trypargilum)* Latreille wasps (Hymenoptera, Crabronidae). Revista Brasileira de Entomologia, 53(1), 107-114.

SANTONI, M. M., & DEL LAMA, M. A. (2007). Nesting biology of the trap-nesting Neotropical wasp *Trypoxylon (Trypargilum) aurifrons* Shuckard (Hymenoptera, Crabronidae). Revista Brasileira de Entomologia, 51(3), 369-376.

SAUNDERS, D. A., HOBBS, R. J., & MARGULES, C. R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation biology, 5(1), 18-32.

SHARKEY, M. J. (2006). Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical (No. Doc. 22389) CO-BAC, Bogotá). F. Fernández (Ed.). Univ. Nacional de Colombia.

SOUZA, C. S., MARUYAMA, P. K., AOKI, C., SIGRIST, M. R., RAIZER, J., GROSS, C. L., & DE ARAUJO, A. C. (2018). Temporal variation in plant–pollinator networks from seasonal tropical environments: Higher specialization when resources are scarce. *Journal of Ecology*, 106(6), 2409-2420.

STAAB, M., PUFAL, G., TSCHARNTKE, T., & KLEIN, A. M. (2018). Trap nests for bees and wasps to analyse trophic interactions in changing environments — A systematic overview and user guide. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(11), 2226-2239.

STANGLER, E. S., HANSON, P. E., & STEFFAN-DEWENTER, I. (2015). Interactive effects of habitat fragmentation and microclimate on trap-nesting Hymenoptera and their trophic interactions in small secondary rainforest remnants. *Biodiversity and conservation*, 24(3), 563-577.

TSCHARNTKE, T., GATHMANN, A., & STEFFAN-DEWENTER, I. (1998). Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. *Journal of applied ecology*, 35(5), 708-719.

TYLIANAKIS, J. M., & MORRIS, R. J. (2017). Ecological networks across environmental gradients. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48.

WENDE, B., GOSSNER, M. M., GRASS, I., ARNSTADT, T., HOFRICHTER, M., FLOREN, A. & STEFFAN-DEWENTER, I. (2017). Trophic level, successional age and trait matching determine specialization of deadwood-based interaction networks of saproxylic beetles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1854), 20170198.

WINFREE, R., BARTOMEUS, I., & CARIVEAU, D. P. (2011). Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42, 1-22.

WITH, K. A., & PAVUK, D. M. (2019). Habitat configuration matters when evaluating habitat-area effects on host–parasitoid interactions. *Ecosphere*, 10(2), e02604.

**APÊNDICE:** Imagens de vespas solitárias mais abundantes encontradas em áreas de silvicultura, matas e parques urbanos em Dourados-MS



**Figura 6.** Espécies de *Trypoxylon* registrados na área de estudo: A) *T.* sp1; B) *T.* sp2; C) *T.* sp3; D) *T.* sp4; e, E) *T.* sp5.



**Figura 7.** Espécies de *Pachodynerus* registrados na área de estudo: A) *P. sp1*; B) *P. sp2*; C) *P. sp3*; D) *P. Sp5*; e, E) *P. sp6*.



**Figura 8.** Espécies de *Chrysis* registrados na área de estudo: A) *C. sp1*; B) *C. sp2*; C) *C. sp3*; e, D) *C. sp5*.