

RESSALVA

Atendendo solicitação da
autora, o texto completo desta
dissertação será disponibilizado somente
a partir de 17/01/2024.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE**

**FATORES QUE INFLUENCIAM A DIVERSIDADE DE HYMENOPTERA NA
FAUNA CADAVÉRICA**

BIANCA RAISSA NOGUEIRA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE**

**FATORES QUE INFLUENCIAM A DIVERSIDADE DE HYMENOPTERA NA
FAUNA CADAVERICA**

BIANCA RAISSA NOGUEIRA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Ecologia, Evolução e Biodiversidade.

N778f Nogueira, Bianca Raissa
Fatores que influenciam a diversidade de Hymenoptera na fauna
cadavérica / Bianca Raissa Nogueira. -- Rio Claro, 2023
145 f. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Claudio José Von Zuben
Coorientador: Odair Correa Bueno

1. Entomologia forense. 2. Ecologia. 3. Biologia molecular. 4.
Hymenoptera. 5. Formicidae. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de
Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FATORES QUE INFLUENCIAM A DIVERSIDADE DE HYMENOPTERA NA FAUNA CADAVERICA

AUTORA: BIANCA RAISSA NOGUEIRA

ORIENTADOR: CLAUDIO JOSÉ VON ZUBEN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências Biológicas, área: Zoologia pela Comissão Examinadora:

Claudio José Von Zuben

Prof. Dr. CLAUDIO JOSÉ VON ZUBEN (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / UNESP - IB Rio Claro

Mariana de C. Morini
Profa. Dra. MARIA SANTINA DE CASTRO MORINI (Participação Virtual)
Departamento de Biotecnologia e Políticas Públicas / Universidade de Mogi das Cruzes

Patrícia
Profa. Dra. PATRICIA JACQUELINE THYSSEN (Participação Virtual)
Departamento de Biologia Animal / Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Rio Claro, 17 de janeiro de 2023

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Claudio José Von Zuben, pela orientação. Ao Prof. Dr. Odair Correa Bueno, pela coorientação e suporte desde o início da graduação. À Universidade Estadual Paulista (UNESP) e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Evolução e Biodiversidade, pela formação. Ao Laboratório de Formigas-Cortadeiras (LAFB), minha segunda casa, e das pessoas que tanto me apoiaram durante este trabalho; e ao Laboratório de Entomologia (LENT). Aos Professores Dr. Fernando José Von Zuben e Dr. José Silvio Govone pelo auxílio, colaboração e norteamto durante a análise dos dados. À Prof. Maria Santana de Castro Morini e a especialista em taxonomia de formigas Claudia Tiemi Wazema, por terem aceitado identificar o material coletado.

A Antonio Bacoehina, pela doação dos cadáveres de suínos. À família Maimoni, pelo acolhimento e uso do espaço do Sítio São Paulo para as coletas.

Aos meus pais, por possibilitarem a minha dedicação e comprometimento ao trabalho que amo, e pelos direcionamentos ao longo do caminho.

A todos os voluntários do experimento da bibszinha.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Devido, sobretudo, a sua eficiência em captar odores, insetos estão entre os primeiros animais a colonizarem tecidos orgânicos de origem animal em decomposição (carcaças). A chamada entomofauna cadavérica, abriga diversas famílias da ordem Hymenoptera e embora pouco estudadas, podem estar presentes em abundância, exercendo hábitos necrófagos, predadores e parasitoides, e onívoros. Destaca-se a família das formigas (Formicidae), que de forma recorrente, tem sido registrada em associação com o recurso. Com o objetivo de inventariar e explorar a diversidade desses himenópteros, e entender quais fatores a impulsiona, o presente trabalho buscou: (1) reunir dados de ocorrência e diversidade de himenópteros associados à fauna cadavérica em busca de padrões; e, (2) investigar os efeitos de variáveis ambientais e antropização sobre a diversidade da mirmecofauna cadavérica, e explorar seus hábitos comportamentais e alimentares. Para isto, primeiramente, foi conduzida uma revisão bibliográfica sistemática, a partir da qual foram registrados dados de himenópteros observados em tecido de vertebrados em decomposição e atributos de macro e micro escala associados às suas ocorrências. Com o banco de dados gerado, foram verificados os atributos de maior importância para predição de padrões de ocorrência dos grupos de Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas) através de uma árvore de decisão (software Weka 3.8). Foram registradas 1.850 ocorrências de aproximadamente 600 espécies de himenópteros. A função ecológica foi o atributo mais importante para determinação de tendências, seguido por elevação e bioma de ocorrência. Sugere-se que o hábito alimentar é o fator principal a modular ocorrências dos grupos de himenópteros em material orgânico em decomposição, sendo influenciado pelas características físicas dos habitats. Buscando melhor entender as influências desses fatores, foram executados experimentos utilizando carcaças de suínos natimortos em três ambientes: residencial, rural e transição urbano-florestal. Durante os ensaios, foram coletados, filmados e fotografados indivíduos da família Formicidae. Métricas e índices de diversidade foram calculados e comparados para cada ambiente, e correlacionados com variáveis ambientais. Aproximadamente 25 mil indivíduos de 79 espécies da família Formicidae foram amostrados. A composição das espécies foi similar entre os ambientes residencial e rural, onde foram beneficiadas colônias de dominância numérica e alto recrutamento. Acredita-se, então, que a dinâmica de colonização de formigas e a influência das mesmas no processo decomposição, sofre variação de acordo com o ambiente em que o recurso se encontram. Para investigar o hábito alimentar dessas formigas, testes preliminares utilizando técnicas moleculares foram executados em formigas onívoras do gênero *Solenopsis*, para recuperação do material genético ingerido. Após oferecidas larvas de mosca e tecido suíno para as colônias, em ambiente controlado, as formigas foram coletadas e analisadas. Os materiais genéticos foram detectados até 48 horas após a extinção dos recursos no ambiente das colônias, validando o método para investigação do hábito alimentar dos indivíduos e destacando seu potencial em investigações criminais. Finalmente, destaca-se a importância de estudos que se aprofundam na ecologia e biologia de himenópteros da fauna cadavérica.

Palavras-chaves: Formiga; Vespa; Abelha; Carcaça; *Sus scrofa*.

ABSTRACT

Insects are among the first animals to colonize carrion. The cadaveric entomofauna, harbors several families of the order Hymenoptera and although less studied, they can be present in abundance, exercising scavenger, predators and parasitoids, and omnivores feeding habits. The ant family (Formicidae) stands out, which has recurrently been recorded in association with the resource. Aiming to assess the diversity of these Hymenoptera, and understand which factors drive it, the present work sought to: (1) gather data on the occurrence and diversity of hymenopterans associated with cadaveric fauna in search of patterns; and, (2) investigate the effects of environmental variables and anthropization on the diversity of cadaveric myrmecofauna, and explore their behavioral and feeding habits. For this, firstly, a systematic literature review was conducted, from which data on Hymenoptera observed in carrion and macro and micro scale attributes associated with their occurrences were recorded. With the generated database, the most important attributes for predicting occurrence patterns of ants, bees, and wasps, were verified through a decision tree (Weka 3.8 software). 1,850 occurrences of approximately 600 species of Hymenoptera were recorded. Ecological function was the most important attribute for determining trends, followed by elevation and biome of occurrence. It is suggested that feeding habits are the main factor modulating occurrences of hymenopteran groups in decomposing organic material, being influenced by the physical characteristics of the habitats. Seeking to better understand the influences of these factors, experiments were carried out using carcasses of stillborn pigs in three environments: residential, rural and urban-forest transitional. During the tests, individuals of the Formicidae family were collected, filmed and photographed. Metrics and diversity indices were calculated and compared for each environment, and correlated with environmental variables. Approximately 25,000 individuals of 79 species of the Formicidae family were sampled. Species composition was similar between residential and rural environments, where numerical dominance and high recruitment colonies benefited. It is believed, therefore, that the ant colonization dynamics and their influence on the decomposition process vary according to the environment in which the resource is found. To investigate the feeding habits of these ants, preliminary tests using molecular techniques were performed on the omnivorous fire-ants, in order to recover the ingested DNA. After offering fly larvae and swine tissue to the colonies, in a controlled environment, the ants were collected and analyzed. The genetic materials were detected up to 48 hours after the extinction of resources in the colonies' environment, validating the method for investigating the eating habits of individuals and highlighting its potential in criminal investigations. Finally, the importance of studies that delve deeper into the ecology and biology of cadaveric hymenopterans is highlighted.

Key-words: Ant; Bee; Wasp; Carrion; *Sus scrofa*.

Lista de ilustrações

CAPÍTULO I

Figuras

- Figura 1** – Raiz da árvore de decisão (atributo função ecológica), com ênfase no hábito necrófago e suas ramificações. *Ant*: formiga; *Wasp*: vespa.....47
- Figura 2** – Sequência da árvore de decisão com destaque à função ecológica necrófaga, ramificada em biomas até os nós-folhas. *Ant*: formiga; *Bee*: abelha; *Wasp*: vespa.....47
- Figura 3** – Sequência da árvore de decisão, com ênfase no comportamento necrófago no bioma pastagens tropicais até os nós-folhas. *Ant*: formiga; *Wasp*: vespa.48
- Figura 4** - Seguimento da árvore de decisão do hábito onívoro, com ênfase na elevação e biomas até os nós-folhas. *Ant*: formiga; *Bee*: abelha; *Wasp*: vespa.....48
- Figura 5** – Árvore de decisão, com destaque ao comportamento parasitoide até os nós-folhas. *Ant*: formiga; *Wasp*: vespa.....49
- Figura 6** – Árvore de decisão com ênfase no comportamento predatório até os nós-folhas. *Ant*: formiga; *Wasp*: vespa.50
- Figura 7** – Resumo das regras de decisão observadas na árvore de decisão para cada classe (abelha vespa e formiga) de acordo com a raiz (função ecológica), em que os atributos que se encontram juntos em uma célula estão conectados por ramos, a bifurcação sendo resultado dos atributos em verde.51

Gráficos

- Gráfico 1**- Distribuição dos estudos elegidos através da revisão bibliográfica sistemática de acordo com os anos de publicação.38
- Gráfico 2** - Frequência de himenópteros em vertebrados em decomposição classificados por grupo. N/A: Casos em que não houve a descrição do vertebrado utilizado no estudo.....42
- Gráfico 3** – Ocorrências de himenópteros nos diferentes estágios de decomposição de cadáveres, relatadas nos estudos elegidos.46
- Gráfico 4** – Erros de predição de classes da árvore de decisão. A coloração indica a classificação real das ocorrências.49
- Gráfico 5** – O papel ecológico das classes de acordo com a elevação (m).52

Gráfico 6 - O papel ecológico das classes de acordo com o tipo de atrativo.	52
---	----

Mapas

Mapa 1 - Distribuição dos estudos elegidos através da revisão bibliográfica sistemática de acordo com o país em que foram realizados os experimentos e observações.	39
Mapa 2 - Pontos de coleta de formigas classificados por biomas (coloração) e número de ocorrências (tamanho).	43
Mapa 3 - Pontos de coleta de vespas classificados por biomas (coloração) e número de ocorrências (tamanho).	44
Mapa 4 - Pontos de coleta de abelhas classificados por biomas (coloração) e número de ocorrências (tamanho).	45

Quadros

Quadro 1 - Número de estudos elegidos por país e sua contribuição no proporcional total, e o número de ocorrências de himenópteros registrados em cada um.	40
--	----

CAPÍTULO II

Figuras

Figura 1 - Na esquerda, mapas de uso do solo e pontos de coleta da área residencial, de transição e rural, respectivamente. E direita, a visão aérea das respectivas áreas. Os mapas podem ser encontrados ampliados no Apêndice B. Rs: pontos amostrais no ambiente residencial; Rr: pontos amostrais no ambiente rural; e Tr: pontos amostrais no ambiente de transição.	69
Figura 2 - Gaiolas utilizadas nos experimentos de coleta de Formicidae.	70
Figura 3 - Formigas da espécie <i>Camponotus rufipes</i> fragmentando tecido da região do dorso do cadáver de <i>Sus scrofa</i> em associação com larvas de mosca.	99
Figura 4 - Formigas <i>Camponotus rufipes</i> fragmentando e carregando porções de tecido da região oral do cadáver de <i>Sus scrofa</i>	100

Figura 5 - Moscas adultas ovipositando em injúrias causadas por formigas <i>Camponotus renggeri</i> em período anterior.....	100
Figura 6 - Formigas do gênero <i>Camponotus</i> ingerindo sangue proveniente do cadáver de porco doméstico. À direita, encontra-se a imagem da esquerda ampliada e dando ênfase no gáster túrgido e avermelhado em decorrência da ingestão (seta).....	101
Figura 7 - Operárias de <i>Dolichoderus bispinosus</i> em atividade intensa de forrageio em carcaça de porco doméstico em ambiente de transição.	102
Figura 8 - Formigas do gênero <i>Odontomachus</i> predando larvas de mosca em cadáver de <i>Sus scrofa</i>	103
Figura 9 - Operária de <i>Pachycondyla striata</i> interagindo com fezes provenientes do cadáver de porco doméstico <i>Sus scrofa</i>	103
Figura 10 - Operárias de <i>Atta sexdens</i> recortando o tecido da região da face do cadáver de porco doméstico.....	105
Figura 11 - Operárias de <i>Atta sexdens</i> coletando porções de areia da área de decomposição do cadáver de porco doméstico.	105
Figura 12 - Formigas <i>Solenopsis invicta</i> cobrindo os orifícios oral e nasal de cadáver de <i>Sus scrofa</i> com partículas de solo no ambiente residencial.	106
Figura 13 - Gel de agarose observado sob luz ultravioleta e revelando as regiões amplificadas de DNA de larva de mosca ingerido por formigas do gênero <i>Solenopsis</i> . Cada coluna representa uma amostra. C+: Controle positivo; C-: controle negativo; e, GenR: Gene Ruller 1 kb (para dimensionamento do tamanho do fragmento).	107

Gráficos

Gráfico 1 - Precipitação (mm) e temperatura média (°C) mensais, da região de Rio Claro (22° 23' S 47° 32' O; elevação 626,5 m) durante o período em que foram realizadas as coletas.	77
Gráfico 2 - Densidade dos valores de temperatura, umidade relativa e incidência de luz registrados em intervalos de 30 minutos durante os experimentos, organizados por unidades amostrais (A, C e E) e ambientes (B, D e F). Rs: pontos amostrais no ambiente residencial; Rr: pontos amostrais no ambiente rural; e Tr: pontos amostrais no ambiente de transição.	78

Gráfico 3 - Duração dos estágios de decomposição, em horas, por unidade amostral nos ambientes. Rs: pontos amostrais no ambiente residencial; Rr: pontos amostrais no ambiente rural; e Tr: pontos amostrais no ambiente de transição.	80
Gráfico 4 - Número de indivíduos de Formicidae coletados nos três ambientes, organizados por subfamílias.	82
Gráfico 5 - Proporção de indivíduos por gênero de formigas nos ambientes.....	84
Gráfico 6 - Curvas de distribuição de abundância de espécies.....	92
Gráfico 7 - Média e desvio padrão da riqueza de espécies nas diferentes comunidades (A), nos diferentes estágios de decomposição (B) e nos períodos do dia (C). Em cada gráfico, as diferentes letras representam as diferenças significativas computadas pelo teste post-hoc de Tukey.	93
Gráfico 8 - Curvas de rarefação de acordo com o esforço amostral e número de indivíduos para cada ambiente.	93
Gráfico 9 - Matrizes para visualização do valor de dissimilaridade total para dados de presença e ausência (índice de Jaccard) e abundância (índice de Bray-Curtis) entre as comunidades.	94
Gráfico 10 - nMDS da dissimilaridade de Jaccard entre os ambientes.	95
Gráfico 11 - Gráficos para visualização dos dados de correlação de Pearson entre a riqueza de espécies e as variáveis ambientais: temperatura (A), umidade relativa (B), incidência de luz (C) e precipitação (D).	96
Gráfico 12 - Gráfico de barras circular representando a abundância total de formigas nos períodos da manhã, tarde e noite. Os índices de Shannon e de Pielou, e a riqueza de espécies para cada período também estão indicados.	97
Gráfico 13 - Gráficos para visualização dos comportamentos das espécies de formigas mais abundantes nas coletas, frente à variáveis ambientais e os estágios de decomposição.	98

Quadros

Quadro 1 - Sequência dos primers para amplificação do DNA de porco e larvas de mosca. .	73
Quadro 2 - Número total de indivíduos por ambiente e a contribuição percentual de cada subfamília e espécie.....	87
Quadro 3 - Abundância, riqueza de espécies, índice de diversidade Shannon-Wiener e índice de Pielou de cada unidade amostral e de cada ambiente.	91

Quadro 4 - Índice de dissimilaridade de Jaccard dos ambientes dividido nos componentes de aninhamento e substituição.....	95
Quadro 5 – Intervalos em que o DNA suíno e de moscas ingerido por formigas foi detectado.	107

APÊNDICE A – CAPÍTULO I

Mapas

Mapa 1 – Mapa de distribuição de estudos por país ampliado.	122
Mapa 2 – Mapa de ocorrências de formigas ampliado.	123
Mapa 3 - Mapa de ocorrências de vespas ampliado.	124
Mapa 4 - Mapa de ocorrências de abelhas ampliado.	125

Quadros

Quadro 1 - Grupo artificial, famílias e espécies de himenópteros associados a tecidos orgânicos de vertebrados em decomposição registrados na literatura, e reunidos através da revisão bibliográfica sistemática.	126
--	-----

APÊNDICE B – CAPÍTULO II

Figuras

Figura 1 - Mapa de uso do solo com pontos de coleta e vista aérea do ambiente residencial.	135
Figura 2 - Mapa de uso do solo com pontos de coleta e vista aérea do ambiente de transição.	136
Figura 3 - Mapa de uso do solo com pontos de coleta e vista aérea do ambiente rural.	137

Quadros

Quadro 1 - Número total de indivíduos, de ocorrências, e o número de porcos em que as espécies de formigas foram encontradas.	138
Quadro 2 - Número de indivíduos por estágio de decomposição para cada espécie, de acordo com o ambiente de coleta. Fr: estágio fresco; In: estágio inchado; Pt: estágio de putrefação; Rs: estágio de restos.	141
Quadro 3 - Resultados da análise PERMANOVA.....	144
Quadro 4 – Resultados da ANOVA e teste <i>post-hoc</i> de Tukey para riqueza de espécies entre ambientes, períodos do dia e estágios de decomposição.	144

Lista de tabelas

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Descrição dos parâmetros e os dados coletados dos artigos selecionados na revisão sistemática.	34
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Descrição dos locais amostrados no estudo e pontos onde foram realizadas as coletas com as respectivas coordenadas geográficas decimais (Datum SIRGAS 2000) e a elevação. Rs: ambiente residencial; Rr: ambiente rural; Tr: ambiente de transição.....	68
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivo geral.....	18
<i>1.1.1 Objetivos específicos</i>	<i>18</i>
2 APRESENTAÇÃO	18
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO I – UMA METANÁLISE ACERCA DOS PADRÕES DE OCORRÊNCIA DE HIMENÓPTEROS ASSOCIADOS À MATÉRIA ORGÂNICA ANIMAL EM DECOMPOSIÇÃO.....	26
RESUMO.....	27
1 INTRODUÇÃO	28
1.1 Objetivo geral.....	31
<i>1.1.1 Objetivos específicos</i>	<i>31</i>
2 MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1 Revisão bibliográfica sistemática	32
2.2 Análise de dados	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1 Análise descritiva.....	38
3.2 Árvore de decisão	46
4 CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS	54
CAPÍTULO II – INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS SOBRE A DIVERSIDADE DE FORMIGAS NA FAUNA CADAVERICA	61
RESUMO.....	62
1 INTRODUÇÃO	63
1.1 Objetivo geral.....	66
<i>1.1.1 Objetivos específicos</i>	<i>66</i>
2 MATERIAL E MÉTODOS	67
2.1 Caracterização das áreas de estudo	67
2.2 Desenho experimental	70
2.3 Testes moleculares	72
2.4 Análise de dados	74
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
3.1 Variáveis abióticas.....	77
3.2 Estágios de decomposição	79
3.3 Diversidade.....	80
3.4 Observações comportamentais.....	98
3.5 Análises moleculares	106
4 CONCLUSÕES.....	108
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE A – CAPÍTULO I.....	121
APÊNDICE B – CAPÍTULO II	134

1 INTRODUÇÃO

Entomologia forense é uma vertente multidisciplinar da ciência forense que advém da interação do estudo dos artrópodes, particularmente dos insetos, com o sistema judicial; sua aplicação pode contribuir para a resolução de casos legais relacionados a humanos e animais selvagens (BYRD; CASTNER, 2010; CATTS; GOFF, 1992; GENNARD, 2007). Uma das áreas da entomologia forense, a Entomologia Médico-Legal, se fundamenta no uso de evidências, como o desenvolvimento, os padrões de colonização e a sucessão de artrópodes em cadáveres na investigação de casos, principalmente violentos (CATTS; HASKELL, 1990), em que há morte ou não. Os insetos estão entre os primeiros colonizadores de cadáveres, pois, percebem rapidamente os odores exalados por tecidos em decomposição através de órgãos altamente especializados. Esses tecidos são fonte de proteínas que podem servir como recurso alimentar para o desenvolvimento de formas imaturas, além de atuarem como local de reprodução de adultos; e, portanto, caracterizam um micro-habitat ideal para esses animais (OLIVEIRA-COSTA, 2008). Os termos “cadáver” e “carcaça” (do inglês “*carrion*” *s.l* OLEA; MATEO-TOMÁS; SÁNCHEZ-ZAPATA, 2019) aqui mencionados, dizem respeito a corpos de matéria orgânica de origem humana e animal, também referidos pelo termo “tecido”.

Uma vez que, os insetos se sucedem com preferência por determinada condição do cadáver, a comunidade de indivíduos se modifica com a progressão do processo de decomposição de acordo com o padrão de sucessão das espécies (BYRD; CASTNER, 2010; PAYNE, 1965). Sendo assim, pode-se relacionar um grupo de insetos a um determinado estágio de decomposição, e a atividade e abundância desses organismos com a variação das propriedades físicas do corpo, a velocidade de decomposição e a sazonalidade (BYRD; CASTNER, 2010; PAYNE, 1965). Isso porque, a presença e as interações entre insetos, bem como as condições climáticas, influenciam a taxa de decomposição de carcaças de vertebrados (DOS SANTOS; ALVES, 2016; SIMMONS; ADLAM; MOFFATT, 2010). Sabe-se que cada inseto possui maneiras ordenadas e únicas de colonização ou visita ao cadáver. Alguns grupos se alimentam apenas do tecido em decomposição (necrófagos), enquanto outros predam ou parasitam insetos que são atraídos à carcaça (predadores e parasitas ou parasitoides); e espécies que realizam ambos (onívoros). Há indivíduos que podem ser encontrados no corpo, mas que não são atraídos a ele (acidentais), e, os que apenas usam cadáveres como extensão de seu habitat (oportunistas) (AMENDT *et al.*, 2010; CAMPOBASSO *et al.*, 2009; SMITH, 1986).

O conhecimento dos padrões comportamentais da fauna cadavérica permite associar diferentes espécies de animais com os tipos de lesões que causam, a espécie do cadáver e o

ambiente em que são encontrados (BYARD; HEATH, 2014). E, através do estágio de desenvolvimento de espécies de artrópodes colonizadores presentes, e do grau do processo de decomposição em que o cadáver encontra-se, além de outros fatores, pode-se estimar o intervalo post-mortem (IPM). Moscas (Diptera) e besouros (Coleoptera) estão entre os insetos mais estudados e utilizados em análises de cenas de crime; são considerados insetos de importância forense em virtude de sua abundância recorrente em cadáveres e seu padrão documentado e previsível de colonização que auxilia na determinação do IPM (ANDRADE-SILVA *et al.*, 2015; BIAVATI; DE ASSIS SANTANA; PUJOL-LUZ, 2010; CARVALHO *et al.*, 2000; LINDGREN *et al.*, 2011; PUJOL-LUZ *et al.*, 2006; SOUZA; LINHARES, 1997). Para verificar a diversidade da fauna cadavérica e seus padrões de sucessão e decomposição de tecidos, recomenda-se o uso de cadáveres de porcos domésticos (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) como modelo animal (MATUSZEWSKI *et al.*, 2019), pois, apresentam um processo de decomposição semelhante ao dos seres humanos em razão da pele e microbiota intestinal similares (CAMPOBASSO; DI VELLA; INTRONA, 2001). Sendo assim, a sua utilização dispensa o uso de seres humanos e permite a aplicação dos dados em casos reais (ANDRADE-SILVA *et al.*, 2015; CATTS; GOFF, 1992; NETO-SILVA; DINIS-OLIVEIRA; PRADO E CASTRO, 2018; PAYNE, 1965).

Além de outros aspectos, em casos específicos, a presença de um inseto não comumente encontrado na área, associado a um cadáver, pode sugerir que o corpo foi movido após a morte (BYRD; CASTNER, 2010). E, insetos encontrados em locais de onde o corpo foi removido podem auxiliar na identificação da vítima, como no caso de larvas de mosca, que podem ainda possuir o tecido ingerido da vítima no interior de seu corpo e prover amostras de DNA (CARVALHO *et al.*, 2005; MARCHETTI *et al.*, 2013). Em ambos os casos, técnicas moleculares podem ser utilizadas para a identificação de espécimes e indivíduos (BYRD; CASTNER, 2010). Perfis químicos cuticulares também podem ser utilizados como ferramenta complementar para indicar diferentes comunidades de insetos e distribuição geográfica (KULA *et al.*, 2022; MOORE *et al.*, 2022; PAULA *et al.*, 2017).

A presença de tecidos orgânicos em decomposição (*carrion*) gera aglomerados de biodiversidade nos ecossistemas, atraindo grande diversidade de vertebrados e invertebrados (OLEA; MATEO-TOMÁS; SÁNCHEZ-ZAPATA, 2019) que interagem direta ou indiretamente com a matéria em putrefação. Em resultado à presença destes organismos, assim como os vestígios que deixam no ambiente (*e.g.* fezes e penas), outros animais predadores e saprófagos são atraídos (CARTER; YELLOWLEES; TIBBETT, 2007). A ocorrência desses indivíduos em conjunto a processos químicos e microbiológicos, resulta na deterioração e

fracionamento do material orgânico, e consequentemente, na ciclagem de nutrientes, que também influencia as plantas e as propriedades físicas do solo da região (OLEA; MATEO-TOMÁS; SÁNCHEZ-ZAPATA, 2019). Os nutrientes também são dispersos pelos próprios invertebrados e vertebrados, que por vezes possuem mecanismos especializados ou facultativos no consumo do recurso efêmero (OLEA; MATEO-TOMÁS; SÁNCHEZ-ZAPATA, 2019). Finalmente, nota-se a complexidade dos processos compreendidos no estudo da ecologia da decomposição (“*carrion ecology*” *s.l.* OLEA; MATEO-TOMÁS; SÁNCHEZ-ZAPATA, 2019); e, considerando a importância da decomposição da matéria orgânica (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979), além do uso aplicado da entomologia em casos forenses, compreender os padrões de colonização de insetos da fauna cadavérica é crucial para conhecer o funcionamento do sistema de decomposição (OLEA; MATEO-TOMÁS; SÁNCHEZ-ZAPATA, 2019).

A fauna cadavérica também inclui diversas famílias da ordem Hymenoptera (abelhas, formigas e vespas), geralmente presentes em grande abundância (BYRD; CASTNER, 2010; OLEA; MATEO-TOMÁS; SÁNCHEZ-ZAPATA, 2019). Contudo, apesar de registradas em diversos trabalhos que investigam a diversidade geral de insetos atraídos a tecidos em decomposição (MAÑAS-JORDÁ *et al.*, 2018; PAYNE, 1965) e em estudos de caso (BONACCI; VERCILLO; BENECKE, 2017; BUGELLI *et al.*, 2018; GARCÍA *et al.*, 2021; GENNARD, 2007; GO, 2018), pouco são alvo de pesquisas que se aprofundam em padrões ecológicos e comportamentais a nível de grupo (BARTON *et al.*, 2013; DAWSON *et al.*, 2022; EVANS; WALLMAN; BARTON, 2020; MARSCHALEK; DEUTSCHMAN, 2022) e de espécies (CAIRNCROSS *et al.*, 2022; DE JONG; MEYER; GODDARD, 2021; SIMÕES *et al.*, 2013).

Algumas espécies de abelhas são observadas coletando exsudatos e fragmentos de carcaças de animais para construção e vedação de ninhos (BAUMGARTNER; ROUBIK, 1989; WILLE, 1983), enquanto outras possuem hábitos necrófagos obrigatórios (CAMARGO; ROUBIK, 1991; DOS SANTOS *et al.*, 2014). Diversos grupos de vespas parasitoides são conhecidos por atacarem moscas presentes durante o período de decomposição de tecidos (CÁRCAMO *et al.*, 2022; FREDERICKX *et al.*, 2013, 2014; RIVERS *et al.*, 2012; VOSS; SPAFFORD; DADOUR, 2009); e, sabe-se que vespas sociais podem apresentar comportamentos necrófagos em carcaças (BARBOSA *et al.*, 2015; MORETTI *et al.*, 2008, 2011; SOMAVILLA; LINARD; RAFAEL, 2019). Formigas (Formicidae) podem estar presentes em cadáveres em maior abundância, e exibir comportamentos necrófago, predatório e onívoro, influenciando a decomposição de forma negativa, ou positiva (ADETIMEHIN *et al.*,

2022; CAMPOBASSO *et al.*, 2009; NOOTEN *et al.*, 2022; PARK; MOON, 2020; PEREIRA *et al.*, 2017).

Apesar de Barton *et al.* (2013) sugerirem que formigas não apresentam um padrão de colonização previsível, possivelmente devido à sua forma de locomoção e a falta de especialização a recursos efêmeros, como carcaças, elas estão presentes na maior parte de habitats terrestres (WILSON, 1971); e, podem ser observadas poucos minutos após a morte, até os estágios finais da decomposição de cadáveres (CAMPOBASSO *et al.*, 2009). Além disso, a composição e diversidade de espécies de formigas pode ser influenciada pela sazonalidade (MORETTI *et al.*, 2011; NETO-SILVA; DINIS-OLIVEIRA; PRADO E CASTRO, 2018), pelo habitat (MASHALY *et al.*, 2018), e pela eventual contaminação de carcaças (VIANA *et al.*, 2022). Poucos são os casos em que a presença de formigas e seus vestígios e artefatos contribuíram para resolução de casos legais (GOFF; WIN, 1997), porém, podem atuar como indicadores geográficos (NETO-SILVA; DINIS-OLIVEIRA; PRADO e CASTRO, 2018; PRADO e CASTRO *et al.*, 2014), e desde que influenciam o processo de decomposição (PAULA *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2017), deve-se contabilizar sua presença na estimativa do IPM. Observa-se que, por comporem uma única família, formigas devem ser estudadas a nível de espécie em busca de padrões vestigiais, comportamentais e ecológicos (DAWSON *et al.*, 2022; LINDGREN *et al.*, 2011; NOOTEN *et al.*, 2022; PAULA *et al.*, 2016; WEI *et al.*, 2022).

Fica claro, que, a Ordem Hymenoptera, tem sido negligenciada dentro da área da entomologia forense (CAMPOBASSO *et al.*, 2009), e que, tampouco os comportamentos e hábitos alimentares relacionados à decomposição de tecidos animais são explorados em estudos específicos dos grupos. Sendo assim, o presente trabalho buscou reunir conhecimentos acerca dos himenópteros associados a essa matéria orgânica em decomposição através de dados da literatura publicada, e por meio de uma metanálise, verificar os padrões de ocorrência dos grupos artificiais (i.e., abelhas, formigas e vespas). Além disso, pretendeu-se explorar e investigar a influência da antropização e das variações ambientais na diversidade de espécies da família Formicidae presentes na fauna cadavérica, e explorar seus comportamentos e hábitos alimentares. Espera-se, que, a partir dos dados, sejam elencados os atributos de maior importância na determinação de padrões de ocorrência e diversidade dos grupos de himenópteros. Estudos com essa finalidade podem auxiliar o trabalho de peritos forenses e colaborar para o aprimoramento de pesquisas em áreas relacionadas e específicas aos grupos de himenópteros.

4 CONCLUSÕES

O comportamento dos parâmetros de diversidade aqui observados, evidencia que o ambiente é um fator importante na estrutura de comunidades de formigas associadas à carcaças em decomposição a nível regional. E, que os padrões de colonização são similares em ambientes de maior interferência humana. Com isso em mente, a estrutura do sistema de decomposição pode ser afetada diferentemente pela mirmecofauna de acordo com ambientes diversos. Ambientes com atividade humana mais intensificada, que incluem processos agrícolas e de edificação, podem beneficiar espécies de dominância numérica, enquanto que ambientes com maior porcentagem de cobertura vegetal, favorecem espécies sensíveis menos dominantes que utilizam o recurso de forma constante enquanto disponível. Observou-se também, que há forte correlação negativa entre a incidência solar e a riqueza de espécies, sugerindo que deve ser dada maior atenção às influências das condições ambientais e climáticas nas comunidades de formigas da fauna cadavérica. Notou-se também, que espécies de menor taxa de recrutamento podem contribuir ativamente com o processo de decomposição, como no caso de formigas do gênero *Camponotus*, que pouco são investigadas.

Em se tratando de estudos que dedicam-se a verificar a diversidade e influência da mirmecofauna no processo de decomposição de carcaças, deve-se considerar observações distribuídas durante todo o dia, incluindo o período da noite. E, sugere-se, que, investigações quanto a padrões espécie-específicos acerca de variáveis bióticas e abióticas devem ser realizadas para indivíduos de Formicidae, como tem sido realizado para as ordens Diptera e Coleoptera. Percebe-se também, que, a família tem potencial para futuras aplicações no âmbito forense, como evidenciado pelos resultados dos procedimentos moleculares em formigas do gênero *Solenopsis*, em que foi observada detecção do recurso alimentar ingerido 48 horas após o seu esgotamento no ambiente, sem a necessidade de técnicas de dissecação em indivíduos adultos e larvas. Por fim, a presente pesquisa reforça a importância da família Formicidae e de seu estudo para que melhor se entenda a respeito de sua interação com carcaças e da utilização do recurso, além das necessidades nutricionais que suprem aos indivíduos.

REFERÊNCIAS

- AL-AMERI, D. T.; HAMZA, A. K.; ALHASAN, A. S. Relationship between ants *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) and some dead animals tissue. **Plant Archives**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 871–874, 2020.
- ANDERSEN, A. N. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. **Journal of Biogeography**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 433–460, 1997. DOI: 10.1111/J.1365-2699.1997.00137.X. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2699.1997.00137.x>. Acesso em: 21 dez. 2022.
- ANDRADE-SILVA, J.; PEREIRA, E. K. C.; SILVA, O.; SANTOS, C. L. C.; DELABIE, J. H. C.; REBÊLO, J. M. M. Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with pig carcasses in an Urban Area. **Sociobiology**, [S. l.], v. 62, n. 4, p. 527–532, 2015. DOI: 10.13102/sociobiology.v62i4.795.
- AntMaps**. [s.d.]. Disponível em: <https://antmaps.org/about.html>. Acesso em: 23 dez. 2022.
- BARTON, P. S.; EVANS, M. J.; PECHAL, J. L.; BENBOW, M. E. Necrophilous insect dynamics at small vertebrate carrion in a temperate eucalypt woodland. **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 54, n. 4, p. 964–973, 2017. DOI: 10.1093/jme/tjw242. Disponível em: <https://academic.oup.com/jme/article-lookup/doi/10.1093/jme/tjw242>. Acesso em: 9 mar. 2021.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 134–143, 2010. DOI: 10.1111/J.1466-8238.2009.00490.X. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>. Acesso em: 12 dez. 2022.
- BASELGA, A.; ORME, C. D. L. Betapart: an R package for the study of beta diversity. **Methods in Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 3, n. 5, p. 808–812, 2012. DOI: 10.1111/J.2041-210X.2012.00224.X. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.2041-210X.2012.00224.x>. Acesso em: 12 dez. 2022.
- BISHOP, T. R.; ROBERTSON, M. P.; VAN RENSBURG, B. J.; PARR, C. L. Contrasting species and functional beta diversity in montane ant assemblages. **Journal of Biogeography**, [S. l.], v. 42, n. 9, p. 1776–1786, 2015. DOI: 10.1111/jbi.12537.
- BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; FEITOSA, R. M. Cerrado ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) as indicators of edge effects. **Zoologia (Curitiba)**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 379–387, 2011. DOI: 10.1590/S1984-46702011000300012. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/zool/a/RXdCTYNQkLByDWpK9RMzvdH/abstract/?lang=en>. Acesso em: 22 dez. 2022.
- BYARD, R. W.; HEATH, K. J. Patterned postmortem ant abrasions outlining clothing and body position after death. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, [S. l.], v. 26, p. 10–13, 2014. DOI: 10.1016/j.jflm.2014.04.022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jflm.2014.04.022>.

BYARD, R. W.; JAMES, R. A.; GILBERT, J. D. Diagnostic problems associated with cadaveric trauma from animal activity. **American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 238–244, 2002. DOI: 10.1097/00000433-200209000-00006.

CALCATERRA, L. A.; LIVORE, J. P.; DELGADO, A.; BRIANO, J. A. Ecological dominance of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*, in its native range. **Oecologia**, [S. l.], v. 156, n. 2, p. 411–421, 2008. DOI: 10.1007/S00442-008-0997-Y/TABLES/3. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-008-0997-y>. Acesso em: 22 dez. 2022.

CAMPOBASSO, C. P.; MARCHETTI, D.; INTRONA, F.; COLONNA, M. F. Postmortem artifacts made by ants and the effect of ant activity on decompositional rates. **American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 84–87, 2009. DOI: 10.1097/PAF.0b013e318187371f.

CARVALHO, L. M. L.; THYSSEN, P. J.; GOFF, M. L.; LINHARES, A. X. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban area of Southeastern Brazil. **Anil Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 33–39, 2004.

CARVALHO, R. L.; ANDERSEN, A. N.; ANJOS, D. V.; PACHECO, R.; CHAGAS, L.; VASCONCELOS, H. L. Understanding what bioindicators are actually indicating: Linking disturbance responses to ecological traits of dung beetles and ants. **Ecological Indicators**, [S. l.], v. 108, n. September 2019, p. 105764, 2020. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105764. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105764>.

CASSILL, D. L.; BUTLER, J.; VINSON, S. B.; WHEELER, D. E. Cooperation during prey digestion between workers and larvae in the ant, *Pheidole spadonia*. **Insectes Sociaux**, [S. l.], v. 52, n. 4, p. 339–343, 2005. DOI: 10.1007/s00040-005-0817-x.

CELINO, T. B. Atividade de formigas e suas implicações forenses em um ecossistema dinâmico - o corpo em decomposição. [S. l.], p. 77, 2014.

CHAO, A.; CHAZDON, R. L.; SHEN, T. J. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 148–159, 2005. DOI: 10.1111/J.1461-0248.2004.00707.X. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1461-0248.2004.00707.x>. Acesso em: 12 dez. 2022.

CUEZZO, F.; GUERRERO, R. J. The ant genus *Dorymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) in Colombia. **Psyche (London)**, [S. l.], 2012. DOI: 10.1155/2012/516058.

DALLE LASTE, K. C.; DURIGAN, G.; ANDERSEN, A. N. Biodiversity responses to land-use and restoration in a global biodiversity hotspot: Ant communities in Brazilian Cerrado. **Austral Ecology**, [S. l.], v. 44, n. 2, p. 313–326, 2019. DOI: 10.1111/AEC.12676. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/aec.12676>. Acesso em: 22 dez. 2022.

DE FARIA, L. S.; PASETO, M. L.; COURI, M. S.; MELLO-PATIU, C. A.; MENDES, J. Insects associated with pig carrion in two environments of the Brazilian Savanna.

Neotropical Entomology, [S. l.], v. 47, n. 2, p. 181–198, 2018. DOI: 10.1007/s13744-017-0518-y.

DE JONG, G. D. Roles and interaction of blow flies (Diptera: Calliphoridae) and introduced fire ants (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis invicta* and *S. invicta x richteri*) in carrion decomposition (Tesis doctoral). [S. l.], v. 0, 2020.

DE JONG, G. D.; MEYER, F.; GODDARD, J. Relative roles of blow flies (Diptera: Calliphoridae) and invasive fire ants (Hymenoptera: Formicidae: *Solenopsis* spp.) in carrion decomposition. **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 58, n. 3, p. 1074–1082, 2021. DOI: 10.1093/jme/tjab014.

DE SOUZA, A. A. D. F. Mirmecologia associada a carcaças de porcos (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) em duas áreas de Cerrado no Distrito Federal. [S. l.], n. D, p. 77, 2020.

DE SOUZA, A. A. D. F.; DE ROSA, C. T. A.; ARANTES, L. C.; PUJOL-LUZ, J. R. Artifacts caused by leaf-cutting ants of the genus *Atta* (Hymenoptera: Formicidae): postmortem bite injuries and the tearing of clothes. **Journal of Forensic Sciences**, [S. l.], v. 65, n. 3, p. 1012–1015, 2020. DOI: 10.1111/1556-4029.14279.

DE POLONÍA, I. Z.; RUIZ-BOLAÑOS, N. Hábitos Alimenticios Y Relaciones Simbióticas De La “Hormiga Loca” *Nylanderia Fulva* Con Otros Artropodos. **Revista Colombiana de Entomología**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 3–10, 1985. DOI: 10.25100/socolen.v11i1.10249.

Disponível em:

<https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/article/view/10249>. Acesso em: 22 dez. 2022.

DEL-CLARO, K.; OLIVEIRA, P. S. Ant-homoptera interactions in a neotropical savanna: the honeydew-producing treehopper, *Guayaquila xiphias* (Membracidae), and its associated ant fauna on *Didymopanax vinosum* (Araliaceae)1. **Biotropica**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 135–144, 1999. DOI: 10.1111/J.1744-7429.1999.TB00124.X. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1744-7429.1999.tb00124.x>. Acesso em: 22 dez. 2022.

DEL TORO, I.; FLOYD, K.; GARDEA-TORRESDEY, J.; BORROK, D. Heavy metal distribution and bioaccumulation in Chihuahuan Desert Rough Harvester ant (*Pogonomyrmex rugosus*) populations. **Environmental Pollution**, [S. l.], v. 158, n. 5, p. 1281–1287, 2010. DOI: 10.1016/j.envpol.2010.01.024.

EARLY, M.; GOFF, M. L. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O’ahu, Hawaiian Islands, USA. **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 23, n. 5, p. 520–531, 1986. DOI: 10.1093/jmedent/23.5.520.

EL-SAMAD, L. M.; YOUSSEF, M. H. Seasonality of insect succession on remains of rabbits treated with amitriptyline (antidepressant drug). [S. l.], v. 9, n. 1, p. 1783–1798, 2016.

ENGLMEIER, J. *et al.* Diverse effects of climate, land use, and insects on dung and carrion decomposition. **Ecosystems**, [S. l.], p. 1–15, 2022. DOI: 10.1007/S10021-022-00764-7/FIGURES/4. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-022-00764-7>. Acesso em: 21 dez. 2022.

ERTHAL, M.; PERES SILVA, C.; IAN SAMUELS, R. Digestive enzymes in larvae of the leaf cutting ant, *Acromyrmex subterraneus* (Hymenoptera: Formicidae: Attini). **Journal of Insect Physiology**, [S. l.], v. 53, n. 11, p. 1101–1111, 2007. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2007.06.014.

EUBANKS, M. D.; LIN, C.; TARONE, A. M. The role of ants in vertebrate carrion decomposition. **Food Webs**, [S. l.], v. 18, p. e00109, 2019. DOI: 10.1016/j.fooweb.2018.e00109. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2018.e00109>.

EVANS, M. J.; WALLMAN, J. F.; BARTON, P. S. Traits reveal ecological strategies driving carrion insect community assembly. **Ecological Entomology**, [S. l.], v. 45, n. 5, p. 966–977, 2020. DOI: 10.1111/een.12869.

FAGUNDES, R.; DÁTTILO, W.; RIBEIRO, S. P.; RICO-GRAY, V.; JORDANO, P.; DEL-CLARO, K. Differences among ant species in plant protection are related to production of extrafloral nectar and degree of leaf herbivory. **Biological Journal of the Linnean Society**, [S. l.], v. 122, n. 1, p. 71–83, 2017. DOI: 10.1093/BIOLINNEAN/BLX059. Disponível em: <https://academic.oup.com/biolinnean/article/122/1/71/3869634>. Acesso em: 22 dez. 2022.

FEITOSA, R. M. *et al.* Ants of Brazil: an overview based on 50 years of diversity studies. **<https://doi.org/10.1080/14772000.2022.2089268>**, [S. l.], v. 20, n. 1, 2022. DOI: 10.1080/14772000.2022.2089268. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14772000.2022.2089268>. Acesso em: 21 dez. 2022.

FERNÁNDEZ, F. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. [s.l.] : **Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt Bogotá**, 2003. v. 26.

FERNÁNDEZ, F.; GUERRERO, R. J.; SÁNCHEZ-RESTREPO, A. F. Sistemática y diversidad de las hormigas neotropicales. **Revista Colombiana de Entomología**, [S. l.], v. 47, n. 1, p. 1–20, 2021. DOI: 10.25100/socolen.v47i1.11082. Disponível em: <https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/article/view/11082>. Acesso em: 21 dez. 2022.

FONSECA, A. R.; CAMPOS, R. B. F.; SILVA, G. F. Formigas em carcaças de *Rattus norvegicus* (Berkenhout) em uma área de Cerrado no Sudeste do Brasil: riqueza e abundância. **EntomoBrasilis**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 74–78, 2015. DOI: 10.12741/ebrazilis.v8i1.460.

GLANCEY, B. M.; VANDER MEER, R. K.; GLOVER, A.; LOFGREN, C. S.; VINSON, S. B. Filtration of microparticles from liquids ingested by the red imported fire ant *Solenopsis invicta* Buren. **Insectes Sociaux** 1981 28:4, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 395–401, 1981. DOI: 10.1007/BF02224196. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02224196>. Acesso em: 3 set. 2021.

GO, M. A case of human bone modification by ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Philippines. **Forensic Anthropology**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 117–123, 2018. DOI: 10.5744/fa.2018.0012.

GOFF, M. L.; WIN, B. H. Estimation of postmortem interval based on colony development time for *Anoplolepis longipes* (Hymenoptera: Formicidae) . **Journal of Forensic Sciences**, [S. l.], v. 42, n. 6, p. 14281J, 1997. DOI: 10.1520/jfs14281j.

HAMDY, R.; EL-HAMOULY, H.; SAWABY, R.; ABD EL-BAR, M.. Identification of insects colonizing carrions of tramadol-intoxicated rabbits and guinea pigs in relation to seasonal variances in Cairo, Egypt. **Egyptian Journal of Pure and Applied Science**, [S. l.], v. 60, n. 1, p. 34–61, 2022. DOI: 10.21608/ejaps.2022.108038.1014.

HELLER, N. E.; INGRAM, K. K.; GORDON, D. M. Nest connectivity and colony structure in unicolonial Argentine ants. **Insectes Sociaux**, [S. l.], v. 55, n. 4, p. 397–403, 2008. DOI: 10.1007/S00040-008-1019-0.

HERNÁNDEZ-RUIZ, P.; CASTAÑO-MENESES, G. Ants (Hymenoptera: Formicidae) diversity in agricultural ecosystems at Mezquital Valley, Hidalgo, Mexico. **European Journal of Soil Biology**, [S. l.], v. 42, n. SUPPL. 1, p. 208–212, 2006. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2006.07.020.

HÖLLDOBLER, B; WILSON, Edward O. **The ants**. Harvard University Press, 1990.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). **Methods in Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 7, n. 12, p. 1451–1456, 2016.

ILOBA, B. N.; FAWOLE, S. O. Comparative study of arthropod fauna on exposed carrions across the vertebrate classes. [S. l.], v. 2, n. 2, p. 51–65, 2006.

JACCARD, P. The distribution of the flora in the alpine zone. 1. **New phytologist**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 37–50, 1912.

KL, M. Value of A260/A280 ratios for measurement of purity of nucleic acids. **Biotechniques**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 208–210, 1995. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/8527139>. Acesso em: 3 set. 2021.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.

KUMAR, S.; LEBRUN, E. G.; STOHLGREN, T. J.; STABACH, J. A.; MCDONALD, D. L.; OI, D. H.; LAPOLLA, J. S. Evidence of niche shift and global invasion potential of the Tawny Crazy ant, *Nylanderia fulva*. **Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 5, n. 20, p. 4628–4641, 2015. DOI: 10.1002/ECE3.1737. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.1737>. Acesso em: 22 dez. 2022.

LANGE, D.; CALIXTO, E. S.; ROSA, B. B.; SALES, T. A.; DEL-CLARO, K. Natural history and ecology of foraging of the *Camponotus crassus* Mayr, 1862 (Hymenoptera: Formicidae). <https://doi.org/10.1080/00222933.2019.1660430>, [S. l.], v. 53, n. 27–28, p. 1737–1749, 2019. DOI: 10.1080/00222933.2019.1660430. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00222933.2019.1660430>. Acesso em: 22 dez. 2022.

LAPOLLA, J. S.; BRADY, S. G.; SHATTUCK, S. O. Monograph of *Nylanderia* (Hymenoptera: Formicidae) of the World: An introduction to the systematics and biology of the genus. **Zootaxa**, [S. l.], v. 3110, n. 1, p. 1–9–1–9, 2011. DOI: 10.11646/ZOOTAXA.3110.1.1. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.3110.1.1>. Acesso em: 21 dez. 2022.

LAPOLLA, J. S.; LONGINO, J. T. An unusual new *Brachymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) from costa rica, with implications for the phylogeny of the lasiine tribe. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, [S. l.], v. 108297, p. 305, 2006.

LAWES, M. J.; MOORE, A. M.; ANDERSEN, A. N.; PREECE, N. D.; FRANKLIN, D. C. Ants as ecological indicators of rainforest restoration: Community convergence and the development of an ant forest indicator index in the australian wet tropics. **Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 7, n. 20, p. 8442–8455, 2017. DOI: 10.1002/ece3.2992.

LEAL, I. R.; FILGUEIRAS, B. K. C.; GOMES, J. P.; IANNUZZI, L.; ANDERSEN, A. N. Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic forest. **Biodiversity and Conservation**, [S. l.], v. 21, n. 7, p. 1687–1701, 2012. DOI: 10.1007/S10531-012-0271-9/TABLES/4. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-012-0271-9>. Acesso em: 22 dez. 2022.

LEBRUN, E. G.; ABBOTT, J.; GILBERT, L. E. Imported crazy ant displaces imported fire ant, reduces and homogenizes grassland ant and arthropod assemblages. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 15, n. 11, p. 2429–2442, 2013. DOI: 10.1007/S10530-013-0463-6/FIGURES/6. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-013-0463-6>. Acesso em: 22 dez. 2022.

LENOIR, A.; CUVILLIER-HOT, V.; DEVERS, S.; CHRISTIDÈS, J. P.; MONTIGNY, Frédéric. Ant cuticles: A trap for atmospheric phthalate contaminants. **Science of the Total Environment**, [S. l.], v. 441, p. 209–212, 2012. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.10.003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.003>.

LEONG, C. M.; SHELOMI, M.; LIN, C. C.; SHIAO, S. F. Necrophilous ants (Hymenoptera: Formicidae) in diverse habitats in Taiwan. **Sociobiology**, [S. l.], v. 66, n. 2, p. 209–217, 2019. DOI: 10.13102/sociobiology.v66i2.3491.

LIN, C.; TARONE, A. M.; EUBANKS, M. D. The discrepancy between fire ant recruitment to and performance on rodent carrion. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1–8, 2022. a. DOI: 10.1038/s41598-021-04051-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04051-8>.

LIN, C.; TARONE, Aaron M.; EUBANKS, Micky D. The discrepancy between fire ant recruitment to and performance on rodent carrion. **Scientific Reports 2022 12:1**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1–8, 2022. b. DOI: 10.1038/s41598-021-04051-8. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-04051-8>. Acesso em: 21 dez. 2022.

LINDGREN, N. K.; BUCHELI, S. R.; ARCHAMBEAULT, A. D.; BYTHEWAY, J. A. Exclusion of forensically important flies due to burying behavior by the red imported fire ant (*Solenopsis invicta*) in southeast Texas. **Forensic Science International**, [S. l.], v. 204, n. 1–

3, p. e1–e3, 2011. DOI: 10.1016/j.forsciint.2010.05.016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.05.016>.

LINDSEY, P. A.; SKINNER, J. D. Ant composition and activity patterns as determined by pitfall trapping and other methods in three habitats in the semi-arid Karoo. **Journal of Arid Environments**, [S. l.], v. 48, n. 4, p. 551–568, 2001. DOI: 10.1006/jare.2000.0764.

LITTLE, A. E. F.; MURAKAMI, T.; MUELLER, U. G.; CURRIE, C. R. The infrabuccal pellet piles of fungus-growing ants. **Naturwissenschaften**, [S. l.], v. 90, n. 12, p. 558–562, 2003. DOI: 10.1007/s00114-003-0480-x.

LONGINO, J. T. Additions to the taxonomy of New World *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). **Zootaxa**, [S. l.], v. 2181, n. 1, p. 1–90–1–90, 2009. DOI: 10.11646/ZOOTAXA.2181.1.1. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.2181.1.1>. Acesso em: 21 dez. 2022.

MCDONNELL, M. J.; PICKETT, S. T. A.; GROFFMAN, P.; BOHLEN, P.; POUYAT, R. V.; ZIPPERER, W. C.; PARMELEE, R. W.; CARREIRO, M. M.; MEDLEY, K. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. In: **Urban Ecology**. [s.l.] : Springer, 2008. p. 299–313.

MCGILL, B. J. *et al.* Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. 995–1015, 2007. DOI: 10.1111/J.1461-0248.2007.01094.X. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1461-0248.2007.01094.x>. Acesso em: 13 dez. 2022.

MOKAM, D. G.; DJIÉTO-LORDON, C.; BILONG, C. F. B.; BRUNET, J.. Patterns of species richness and diversity of insects associated with cucurbit fruits in the southern part of Cameroon. **Journal of Insect Science**, [S. l.], v. 14, n. 1, 2014. DOI: 10.1093/JISESA/IEU110. Disponível em: <https://academic.oup.com/jinsectscience/article/14/1/248/2383925>. Acesso em: 13 dez. 2022.

MOREAU, C. S. A practical guide to DNA extraction, PCR, and gene-based DNA sequencing in insects. **Halteres**, [S. l.], v. 5, p. 32–42, 2014.

MORETTI, T. D. C.; RIBEIRO, O. B. *Cephalotes clypeatus* Fabricius (Hymenoptera: Formicidae): nesting habits and occurrence in animal carcass. **Neotropical entomology**, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 412–415, 2006. b.

MOTOMURA, I. A statistical treatment of ecological communities. **Zoological Magazine**, [S. l.], v. 44, p. 379–383, 1932.

NARANJO, L. C.; CRUZ, P. Y.; MAYEA, M. Y. Artrópodos presentes en la participación de cadáveres de cerdos (*Sus scrofa*) en Santiago de Cuba, Cuba. **Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa**, [S. l.], v. 44, n. 44, p. 441–447, 2009.

NEVES, F. S.; BRAGA, R. F.; DO ESPÍRITOSANTO, M. M.; DELABIE, J. H. C.; FERNANDES, G. W.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A. Diversity of arboreal ants in a brazilian

tropical dry forest: Effects of seasonality and successional stage. **Sociobiology**, [S. l.], v. 56, n. 1, p. 177–194, 2010.

NOOTEN, S. S.; CHAN, K. H.; SCHULTHEISS, P.; BOGAR, T. A.; GUÉNARD, B. Ant body size mediates functional performance and species interactions in carrion decomposer communities. **Functional Ecology**, [S. l.], v. 36, n. 5, p. 1279–1291, 2022. DOI: 10.1111/1365-2435.14039. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2435.14039>. Acesso em: 20 dez. 2022.

ODUM, W. E. Comparative ecology of tidal freshwater and salt marshes. **Annual review of ecology and systematics**, [S. l.], p. 147–176, 1988.

OLEA, P. P.; MATEO-TOMÁS, P.; SÁNCHEZ-ZAPATA, J. An. **Carrion Ecology and Management**. [s.l.] : Springer, 2019. v. 2

OLIVEIRA-COSTA, J. Entomologia forense: quando os insetos são os vestígios. In: **Entomologia forense: quando os insetos são os vestígios**. Campinas: Millenium, 2008.

OLIVEIRA, F. M. P.; RIBEIRO-NETO, J. D.; ANDERSEN, A. N.; LEAL, I. R. Chronic anthropogenic disturbance as a secondary driver of ant community structure: interactions with soil type in Brazilian Caatinga. **Environmental Conservation**, [S. l.], v. 44, n. 2, p. 115–123, 2017. DOI: 10.1017/S0376892916000291. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/chronic-anthropogenic-disturbance-as-a-secondary-driver-of-ant-community-structure-interactions-with-soil-type-in-brazilian-caatinga/370C3993DD6FD1389C3DA3B0FFBDBD3A>. Acesso em: 22 dez. 2022.

OLIVEIRA, P. S.; PIE, M. R. Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in cerrado vegetation. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 161–176, 1998. DOI: 10.1590/S0301-80591998000200001. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/aseb/a/ckSRJv9GkVpQn49sFmFMbKs/?lang=en>. Acesso em: 22 dez. 2022.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, Heraldo. L. Invertebrate conservation in urban areas: Ants in the Brazilian Cerrado. **Landscape and Urban Planning**, [S. l.], v. 81, n. 3, p. 193–199, 2007. DOI: 10.1016/J.LANDURBPLAN.2006.11.004.

PARK, S. H.; MOON, T. Y. Forensic implication of cadaveric behaviors of the Japanese pavement ant (*Tetramorium tsushimae* Emery) attending to rabbit cadavers. **Entomological Research**, [S. l.], v. 50, n. 4, p. 177–181, 2020. DOI: 10.1111/1748-5967.12416.

PATRICK EMEKA, O. Forensic Entomology: a dry season study of insects collected on pig carrions in Neke, Enugu State, Nigeria. **International Journal of Scientific Research in Multidisciplinary Studies E**, [S. l.], v. 6, n. 9, p. 29–36, 2020. Disponível em: www.isroset.org.

PAULA, M. C.; MORISHITA, G. M.; CAVARSON, C. H.; GONÇALVES, C. R.; TAVARES, P. R. A.; MENDONÇA, A.; SÚAREZ, Y. R.; ANTONIALLI, W. F. Action of ants on vertebrate carcasses and blow flies (Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 53, n. 6, p. 1283–1291, 2016. DOI: 10.1093/jme/tjw119.

PAYNE, J. A. A Summer Carrion Study of the Baby Pig *Sus Scrofa* Linnaeus. **Ecology**, [S. l.], v. 46, n. 5, p. 592–602, 1965. DOI: 10.2307/1934999.

PAZMIÑO-PALOMINO, A.; MENDOZA, J.; BRITO-VERA, G. A. First Record of Invasive Tawny Crazy Ant *Nylanderia fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) in Continental Ecuador and Notes on Its Ecology in Sugarcane Crops. **Neotropical Entomology**, [S. l.], v. 49, n. 1, p. 147–150, 2020. DOI: 10.1007/S13744-019-00709-1/FIGURES/3. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13744-019-00709-1>. Acesso em: 22 dez. 2022.

PENN, H. J.; CHAPMAN, E. G.; HARWOOD, J. D. Overcoming PCR inhibition during dna-based gut content analysis of ants. **Environmental Entomology**, [S. l.], v. 45, n. 5, p. 1255–1261, 2016. DOI: 10.1093/EE/NVW090. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article/45/5/1255/2197239>. Acesso em: 22 dez. 2022.

PEREIRA, E. K. C.; ANDRADE-SILVA, J.; SILVA, O.; SANTOS, C. L. C.; MORAES, L. S.; BANDEIRA, M. C. A.; SILVA, C. R. R.; REBÊLO, J. M. M. *Solenopsis saevissima* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) activity delays vertebrate carcass decomposition. **Sociobiology**, [S. l.], v. 64, n. 3, p. 369–372, 2017. DOI: 10.13102/sociobiology.v64i3.1266.

PÉREZ, S. P.; DUQUE, P.; WOLFF, M. Successional behavior and occurrence matrix of carrion-associated arthropods in the urban area of Medellín, Colombia. **Journal of Forensic Sciences**, [S. l.], v. 50, n. 2, p. 1–7, 2005. DOI: 10.1520/jfs2004046.

QUEIROZ, Antônio. C. M. *et al.* Ant diversity decreases during the dry season: A meta-analysis of the effects of seasonality on ant richness and abundance. **Biotropica**, [S. l.], v. 00, p. 37, 2022. DOI: 10.1111/BTP.13158. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/btp.13158>. Acesso em: 21 dez. 2022.

RABITSCH, W. B. Tissue-specific accumulation patterns of Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, and Mn in workers of three ant species (Formicidae, Hymenoptera) from a metal-polluted site. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, [S. l.], v. 32, n. 2, p. 172–177, 1997. DOI: 10.1007/s002449900171.

RAIMUNDO, R. L. G.; FREITAS, A. V. L.; OLIVEIRA, P. S. Seasonal patterns in activity rhythm and foraging ecology in the neotropical forest-dwelling ant, *Odontomachus chelifer* (Formicidae: Ponerinae). **Annals of the Entomological Society of America**, [S. l.], v. 102, n. 6, p. 1151–1157, 2009. DOI: 10.1603/008.102.0625. Disponível em: <https://academic.oup.com/aesa/article/102/6/1151/33522>. Acesso em: 22 dez. 2022.

RAMOS-PASTRANA, Y.; VIRGÜEZ-DÍAZ, Y.; WOLFF, M. Insects of forensic importance associated to cadaveric decomposition in a rural area of the andean amazon, caquetá, Colombia. **Acta Amazonica**, [S. l.], v. 48, n. 2, p. 126–136, 2018. DOI: 10.1590/1809-4392201701033.

RIBAS, C.; OLIVEIRA, P.; SOBRINHO, T.; SCHOEREDER, J.; MADUREIRA, M. The arboreal ant community visiting extrafloral nectaries in the Neotropical cerrado savanna. **Terrestrial Arthropod Reviews**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 3–27, 2010. DOI: 10.1163/187498310X487785.

RIBEIRO, L. F.; VARGAS, T.; LOPES, J. F. Effect of ants on *Mus musculus* Linnaeus, 1758 (Rodentia: Muridae) carcasses decomposition: a preliminary study in the in an Atlantic Forest fragment. **Revista Brasileira de Zoociências**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 148–160, 2018. DOI: 10.34019/2596-3325.2018.v19.24746.

RICHARDS, E. N.; GOFF, L. M. Arthropod Succession on exposed carrion in three contrasting tropical habitats on Hawaii Island, Hawaii. **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 328–339, 1997. DOI: 10.1093/jmedent/34.3.328.

RICHARDS, S. L.; CONNELLY, C. R.; DAY, J. F.; HOPE, T.; ORTIZ, R. Arthropods associated with carrion in a salt marsh habitat in southeastern Florida. **Florida Entomologist**, [S. l.], v. 98, n. 2, p. 613–619, 2015. DOI: 10.1653/024.098.0234.

RODRIGUEZ, W. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east tennessee. **Masters Theses**, [S. l.], 1982. Disponível em: https://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/4146. Acesso em: 23 dez. 2022.

SAAD, L. P.; SOUZA-CAMPANA, D. R.; BUENO, O. C.; MORINI, M. S. C. Vinasse and Its Influence on Ant (Hymenoptera: Formicidae) Communities in Sugarcane Crops. **Journal of Insect Science**, [S. l.], v. 17, n. 1, 2017. DOI: 10.1093/JISESA/IEW103. Disponível em: <https://academic.oup.com/jinsectscience/article/17/1/11/2960229>. Acesso em: 21 dez. 2022.

SALIMI, M.; CHATRABGOUN, O.; AKBARZADEH, K.; OSHAGHI, M.; FALAHATI, M. H.; RAFIZADEH, S.; YUSUF, M. A.; RASSI, Y. Evaluation of insect succession patterns and carcass weight loss for the estimation of postmortem interval. **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 55, n. 6, p. 1410–1422, 2018. DOI: 10.1093/jme/tjy095.

SANABRIA, C.; DUBS, F.; LAVELLE, P.; FONTE, S. J.; BAROT, S. Influence of regions, land uses and soil properties on termite and ant communities in agricultural landscapes of the Colombian Llanos. **European Journal of Soil Biology**, [S. l.], v. 74, p. 81–92, 2016. DOI: 10.1016/J.EJSOBI.2016.03.008.

SANFORD, M. R. Insects and associated arthropods analyzed during medicolegal death investigations in Harris County, Texas, USA: January 2013-April 2016. **PLoS ONE**, [S. l.], v. 12, n. 6, p. 1–23, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0179404.

SANTOS-JUNIOR, L. C.; SARAIVA, J. M.; SILVESTRE, R.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Evaluation of insects that exploit temporary protein resources emphasizing the action of ants (hymenoptera, formicidae) in a neotropical semi-deciduous forest. **Sociobiology**, [S. l.], v. 61, n. 1, p. 43–51, 2014. DOI: 10.13102/sociobiology.v61i1.43-51.

SAWYER, S. J.; RUSCH, T. W.; TARONE, A. M.; TOMBERLIN, J. K. Wing buzzing as a potential antipredator defense against an invasive predator. **Food Webs**, [S. l.], v. 27, p. e00192, 2021. DOI: 10.1016/j.fooweb.2021.e00192. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2021.e00192>.

SCHOFIELD, S. F.; BISHOP, T. R.; PARR, C. L. Morphological characteristics of ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) differ among contrasting biomes. **Myrmecological News**, [S. l.], v. 23, n. July, p. 129–137, 2016.

SHAALAN, E. A.; EL-MOATY, Z. A.; ABDELSALAM, S.; ANDERSON, G. S. A preliminary study of insect succession in Al-Ahsaa Oasis, in the Eastern Region of the Kingdom of Saudi Arabia. **Journal of Forensic Sciences**, [S. l.], v. 62, n. 1, p. 239–243, 2017. DOI: 10.1111/1556-4029.13252.

SKALDINA, O.; PERÄNIEMI, S.; SORVARI, J. Ants and their nests as indicators for industrial heavy metal contamination. **Environmental Pollution**, [S. l.], v. 240, p. 574–581, 2018. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.04.134.

SMITH, K. G. V. A manual of forensic entomology. Trustees of the British Museum. **Natural History and Cornell University Press, London**, [S. l.], v. 205, 1986.

STORZ, S. R.; TSCHINKEL, W. R. Distribution, spread, and ecological associations of the introduced ant *Pheidole obscurithorax* in the southeastern United States. **Journal of Insect Science**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 12, 2004.

TANTAWI, T. I.; EL-KADY, E. M.; GREENBERG, B.; EL-GHAFFAR, H. A. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt. **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 566–580, 1996. DOI: 10.1093/jmedent/33.4.566.

UNO, S.; COTTON, J.; PHILPOTT, S. M. Diversity, abundance, and species composition of ants in urban green spaces. **Urban Ecosystems**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 425–441, 2010. DOI: 10.1007/S11252-010-0136-5/TABLES/3. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-010-0136-5>. Acesso em: 22 dez. 2022.

VIANA, G. S.; DE PAULA, M. C.; DE MOURA EULALIO, A. D. M.; DOS SANTOS, P. G.; LIMA-JUNIOR, S. E.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Formicidae fauna in pig carcasses contaminated by insecticide: Implications for forensic entomology. **Revista Brasileira de Entomologia**, [S. l.], v. 66, n. 1, p. 1–8, 2022. DOI: 10.1590/1806-9665-RBENT-2021-0085.

WARD, P. S.; BLAIMER, B. B.; FISHER, B. L. A revised phylogenetic classification of the ant subfamily Formicinae (Hymenoptera: Formicidae), with resurrection of the genera *Colobopsis* and *Dinomyrmex*. **Zootaxa**, [S. l.], v. 4072, n. 3, p. 343–357, 2016. DOI: 10.11646/ZOOTAXA.4072.3.4.

WARD, P. S.; BRADY, S. G.; FISHER, B. L.; SCHULTZ, T. R. Phylogeny and Biogeography of Dolichoderine ants: effects of data partitioning and relict taxa on historical inference. **Systematic Biology**, [S. l.], v. 59, n. 3, p. 342–362, 2010. DOI: 10.1093/SYSBIO/SYQ012. Disponível em: <https://academic.oup.com/sysbio/article/59/3/342/1703524>. Acesso em: 21 dez. 2022.

WATSON, E. J.; CARLTON, C. E. Insect succession and decomposition of wildlife carcasses during fall and winter in Louisiana. **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 193–203, 2005. DOI: 10.1093/jmedent/42.2.193.

WEBER, N. A. The fungus-culturing behavior of ants. **American Zoologist**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 577–587, 1972.

WELLS, J. D.; GREENBERG, B. Effect of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) and carcass type on the daily occurrence of postfeeding carrion-fly larvae

(Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae). **Journal of Medical Entomology**, [S. l.], v. 31, n. 1, p. 171–174, 1994. DOI: 10.1093/jmedent/31.1.171. Disponível em: <https://academic.oup.com/jme/article-lookup/doi/10.1093/jmedent/31.1.171>. Acesso em: 19 mar. 2021.

WHITTAKER, R. H. Dominance and diversity in land plant communities: numerical relations of species express the importance of competition in community function and evolution. **Science**, [S. l.], v. 147, n. 3655, p. 250–260, 1965.

WICKHAM, H. Data analysis. In: **ggplot2**. Springer, 2016. p. 189–201.

WILSON, E. O. **The insect societies**. Harvard University Press: Cambridge, Massachusetts, USA, 1971.

WILSON, E. O. **Pheidole in the New World: a dominant, hyperdiverse ant genus**. [s.l.] : Harvard University Press, 2003. v. 1

WILSON, J. B. Methods for fitting dominance/diversity curves. **Journal of Vegetation Science**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 35–46, 1991. DOI: 10.2307/3235896. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2307/3235896>. Acesso em: 13 dez. 2022.

ZEARIYA, M. GM; HAMMAD, K. M.; FOUDA, M. A.; AL-DALI, A. G.; KABADAIA, M. M. Forensic-insect succession and decomposition patterns of dog and rabbit carcasses in different habitats. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, [S. l.], v. 3, n. 5, p. 473–482, 2015.