

UFRRJ

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA
SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA APLICADA**

DISSERTAÇÃO

**DIVERSIDADE, COMPOSIÇÃO E GUILDAS DE FORMIGAS
EPIGÉICAS E ARBORÍCOLAS EM ÁREAS CULTIVADAS NO
MUNICÍPIO DE BOM DESPACHO, ESTADO DE MINAS
GERAIS**

JOABE RODRIGUES PEREIRA

2021



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**DIVERSIDADE, COMPOSIÇÃO E GUILDAS DE FORMIGAS
EPIGÉICAS E ARBORÍCOLAS EM ÁREAS CULTIVADAS NO
MUNICÍPIO DE BOM DESPACHO, ESTADO DE MINAS GERAIS**

JOABE RODRIGUES PEREIRA

Sob a Orientação do Professor
Dr. Fábio Souto de Almeida

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em Fitossanidade.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2021

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R436d Rodrigues Pereira, Joabe, 1986-
DIVERSIDADE, COMPOSIÇÃO E GUILDAS DE FORMIGAS
EPIGÉICAS E ARBORÍCOLAS EM ÁREAS CULTIVADAS NO
MUNICÍPIO DE BOM DESPACHO, ESTADO DE MINAS GERAIS /
Joabe Rodrigues Pereira. - Teófilo Otoni, 2021.
64 f.: il.

Orientador: Fábio Souto de Almeida.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em
Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, 2021.

1. Grupos funcionais. 2. Manejo integrado de
pragas. 3. Mirmecofauna. I. Souto de Almeida, Fábio ,
1982-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. Programa de Pós Graduação em Fitossanidade
e Biotecnologia Aplicada III. Título.

“O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”. This Study was financed in part by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – Finance Code 001”.

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA
APLICADA**

JOABE RODRIGUES PEREIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em Fitossanidade.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 18/02/2021

Fábio Souto de Almeida. Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Paulo Sergio Torres Briosso. Dr. UFRRJ

Maria Elizabeth Fernandes Correia. Dr^a. EMBRAPA

Aos meus pais Gladiston e
Lindaura.

AGRADECIMENTOS

A Bíblia diz que é o melhor o fim das coisas que o seu começo. Isso porque um bom final sempre dá lugar a um bom recomeço. Terminei bem. Cumprí meu tempo e estou pronto para recomeçar.

Meu pai me ensinou que “a gratidão revela o caráter”. Obrigado pai, por ser meu porto seguro, amigo e companheiro. A minha mãe Lindaura, de quem eu puxei o amor pela natureza, e esse amor refletiu em mim na profissão a qual eu escolhi. Agradeço aos meus irmãos que lutam bravamente pelo mundo. Jamais teria a audácia de hoje se não tivesse tido vocês para me apoiar, amparar, corrigir e amar.

Agradecer é uma forma de dizer que somos incompletos e que a todo momento contamos com pessoas para superar decepções, incentivar desafios e comemorar conosco nossas vitórias. Agradeço a todos os amigos que estiveram comigo durante toda essa caminhada, em especial a Gabriela Rodrigues, Louise Peron, Leticia Z., Jarbas Lopez e a toda família do meu amigo Marcos Baia, e a tantos amigos que a Rural me presenteou.

A todos professores com quem tanto aprendi e muitos deles são amigos queridos, Aurino, Helena e Marcos Gervásio.

A faculdade Una campus Bom Despacho, em especial ao Fabrício, coordenador das Ciências agrárias, aos funcionários da Fazendinha Experimental Marcos e Pedro pelo auxílio nesse trabalho.

Ao meu orientador Prof. Fábio Souto de Almeida, que se tornou um amigo querido, não existem palavras para agradecer o carinho, a competência e com quem eu tanto aprendi. Sou grato a Deus por sua vida e pela paciência que teve comigo. Obrigado!

Ao Programa de Pós Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, a todos os professores que dividiram conhecimentos e acreditaram no meu potencial. Tenho orgulho de dizer que muitos se tornaram meus amigos.

A toda a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) pelo apoio.

Muitos sonhos se realizaram e outros estão a caminho. Deus é assim: uma fonte inesgotável de promessas. Toda Glória seja dada a Ele que sempre tem cuidado de mim.

RESUMO GERAL

PEREIRA, Joabe Rodrigues. **Diversidade, composição e guildas de formigas epigéicas e arborícolas em áreas cultivadas no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.** 2021. 64p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2021.

As formigas constituem um relevante componente da biodiversidade presente em áreas cultivadas, por serem encontradas com expressiva abundância e riqueza taxonômica e comportamental nos agroecossistemas. Tal diversidade é um reflexo de diferentes papéis desempenhados pela mirmecofauna nas áreas cultivadas, assim como de diversos fatores, tais como: características das áreas cultivadas, tratos culturais e os atributos ambientais. Assim, essa dissertação teve como objetivo avaliar a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas epigéicas e arborícolas em áreas cultivadas e em um remanescente de vegetação nativa em área do Cerrado mineiro e estudar os fatores que influenciam a mirmecofauna nos diferentes usos do solo. Também teve como objetivo estudar as guildas de formigas em diferentes usos do solo. O estudo foi conduzido na área da Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais. Buscando obter um gradiente de diversidade vegetal, as amostragens dos formicídeos foram realizadas em quatro áreas: sistema agroflorestal (agrofloresta); área cultivada com espécies frutíferas (fruticultura); uma pastagem (pasto agroecológico); e uma Reserva Legal (floresta nativa). Para a coleta das formigas foram utilizadas 15 armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas em cada área. Foram coletadas 45 espécies de formigas, pertencentes a 16 gêneros. Obteve-se 17 espécies na fruticultura, 29 espécies na Reserva Legal, 23 espécies na agrofloresta e 19 espécies na pastagem. Pela análise das curvas de acumulação de espécies, observou-se que a riqueza total de espécies foi significativamente maior na Reserva Legal que nas demais áreas. A riqueza média de espécies de formigas coletadas com as armadilhas de solo foi significativamente maior na Reserva Legal e na agrofloresta que nas demais áreas, mas a profundidade de serapilheira não afetou significativamente a riqueza de espécies epigéicas. Não houve diferença significativa na riqueza média de espécies de formigas sobre árvores nas diferentes áreas e não houve influência da altura ou da CAP das árvores sobre a riqueza de espécies. A Reserva Legal apresentou o maior Índice de Diversidade de Shannon (2,999), seguido da agrofloresta (2,736), pastagem (2,698) e fruticultura (2,349). A análise apontou influência do tipo de uso do solo sobre a composição de espécies de formigas, tanto para as coletadas sobre o solo, quanto para as amostradas sobre plantas. Foram identificadas cinco guildas de formigas nas áreas estudadas. As guildas que apresentaram o maior número de espécies foram Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira (16 espécies) e Onívoras e detritívoras de serapilheira (15 espécies). A frequência de ocorrência de formigas das diferentes guildas nas amostras, indicativo de abundância, foi influenciada pelo tipo de uso do solo ($\chi^2 = 35,173$; $p < 0,01$). Os resultados demonstram que a riqueza e diversidade de espécies e a composição da mirmecofauna variam em função do tipo de uso do solo, como resposta às mudanças na complexidade estrutural do ambiente, dentre outros possíveis fatores. A abundância relativa das diferentes guildas também é influenciada. As características dos agroecossistemas e os tratos culturais utilizados podem apresentar relevante influência na mirmecofauna e afetar as funções desempenhadas pelas formigas.

Palavras-chave: grupos funcionais, manejo integrado de pragas, mirmecofauna.

GENERAL ABSTRACT

PEREIRA, Joabe Rodrigues. **Diversity, composition and guilds of epigeic and arboreal ants in cultivated areas in the municipality of Bom Despacho, Minas Gerais State.** 2021. 64p. Dissertation (Master Science in Phytosanitary and Applied Biotechnology). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2021.

The ants are a relevant component of biodiversity of cultivated areas, because significant taxonomic and behavioral richness and abundance of individuals are found in agroecosystems. The high diversity of species and behaviors is reflected in different roles played by the myrmecofauna of the cultivated areas. Among the factors that affect the myrmecofauna in agroecosystems are the characteristics of cultivated areas, cultural practices and environmental attributes. Thus, this dissertation aimed to evaluate the richness, diversity and composition of species of epigeic and arboreal ants in cultivated areas and in a remnant of native forest and study the factors that influence the myrmecofauna in different land uses. It also aimed to study the guilds of ants in different land uses. The study was conducted in the area of the Fazendinha Experimental of the Centro Universitário Una, municipality of Bom Despacho, Minas Gerais State. Seeking to obtain a gradient of plant diversity, the samples were carried out in four areas: agroforestry system (agroforestry); area cultivated with fruit trees (fruit growing); a pasture (agroecological pasture); and a legal reserve (native forest). For the collection of ants, 15 soil traps and the same number of tree traps in each area were used. A total of 45 ant species were collected, belonging to 16 genera. In fruit growing 17 species were obtained, 29 species were collected in the legal reserve, 23 species in agroforestry and 19 species in pasture. The species accumulation curve indicated that the total species richness was significantly higher in the legal reserve than in the other areas. The average richness of ant species collected with soil traps was significantly higher in the legal reserve and agroforestry than in other areas, but litter leaf did not significantly affect the richness of epigeic species. There was no significant difference in the average richness of ant species on trees in the different areas and there was no influence on the height or trunk circumference of the trees on the species richness. The Legal Reserve had the highest Shannon Diversity Index (2.999), followed by agroforestry (2.736), pasture (2.698) and fruit growing (2.349). The analysis showed the influence of the type of land use on the composition of ant species, collected on the soil and on plants. Five guilds of ants were identified in the areas studied. The guilds with the highest number of species were Soil or litter dominant true omnivorous (16 species) and Litter omnivores and scavengers (15 species). The frequency of occurrence distribution, indicative of abundance of ant species, of guilds was influenced by the type of land use ($\chi^2 = 35.173$; $p < 0.01$). The results show that the ant species richness and diversity and the composition of mirmecofauna vary according to the type of land use, in response to changes in the structural complexity of the environment. The relative abundance of the different guilds is also influenced. The characteristics of the agroecosystems and the cultural tracts used may have a relevant influence on myrmecofauna and affect the functions performed by ants.

Key Word: functional groups, integrated pest management, myrmecofauna.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre o solo (S) e sobre árvores (A) em diferentes usos do solo na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	18
Tabela 2. Riqueza e índice de diversidade (Shannon) de espécies de formigas em diferentes usos do solo, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	22
Tabela 3. Guildas e espécies de formigas em áreas cultivadas no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	42
Tabela 4. Guildas, riqueza de espécies de formigas (R) e distribuição de frequência (%) na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem no Município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	45
Tabela 5. Frequência absoluta de armadilhas (N) com coleta de indivíduos das guildas de formigas e distribuição de frequência (%) nas áreas da fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem, no Município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Localização do Município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais, Brasil.....	10
Figura 02. Áreas utilizadas no estudo na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	11
Figura 03. Sistema agroflorestal (agrofloresta) na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	12
Figura 04. Área de fruticultura na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	13
Figura 05. Pasto agroecológico na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	14
Figura 06. Reserva Legal na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	15
Figura 7. Curvas de acumulação de espécies (Mao Tau) para a riqueza de espécies de formigas nas áreas da fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	22
Figura 08. Riqueza de espécies de formigas (média \pm EP) coletadas sobre o solo na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais. Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferenças significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.....	24
Figura 09. Riqueza de espécies de formigas (média \pm EP) coletadas sobre árvores na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.....	25
Figura 10. Ordenação Multidimensional Não Métrica com o coeficiente de Jaccard, para a fauna de formigas coletada no solo na fruticultura (+), Reserva Legal (○), agrofloresta (□) e pastagem (X), na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais (Stress = 0,26).....	26
Figura 11. Ordenação Multidimensional Não Métrica com o coeficiente de Jaccard, para a fauna de formigas coletada sobre plantas na fruticultura (+), Reserva Legal (○), agrofloresta (□) e pastagem (X), na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais (Stress = 0,2909).....	27

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
CAPÍTULO I.....	5
DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DE COMUNIDADES DE FORMIGAS EPIGÉICAS E ARBORÍCOLAS EM ÁREAS CULTIVADAS	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.1 Área de Estudo	9
2.2 Características das áreas em estudo.....	11
2.2.1 Sistema agroflorestal	11
2.2.2 Fruticultura	12
2.2.3 Pasto agroecológico.....	13
2.2.4 Reserva Legal	14
2.3 Coleta de dados.....	15
2.4 Análise dos dados	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4 CONCLUSÕES	28
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
CAPÍTULO II.....	36
INFLUÊNCIA DO TIPO DE USO DO SOLO SOBRE AS GUILDAS DE FORMIGAS	36
RESUMO	37
ABSTRACT	38
1 INTRODUÇÃO.....	39
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1 Área de Estudo	40
2.2 Coleta de dados.....	40
2.3 Análise dos dados	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4 CONCLUSÕES	46
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CONCLUSÕES GERAIS	53

INTRODUÇÃO GERAL

A biodiversidade, que inclui a variedade de espécies e de processos ecológicos (ALMEIDA & VARGAS, 2017), é favorecida pelo aumento da heterogeneidade do ambiente (MARTINS et al., 2011; GOMES et al., 2013). Dessa forma, a conversão de florestas nativas em monoculturas de espécies agrícolas é apontada como causadora de perda de biodiversidade, pelas monoculturas apresentarem diminuta heterogeneidade ambiental, além desse processo acarretar na redução e fragmentação dos habitats nativos (MARTINS et al., 2011; ALMEIDA & VARGAS, 2017).

O plantio de uma única espécie em grandes áreas tende a favorecer o crescimento populacional de insetos herbívoros que se alimentam da planta cultivada, devido à elevada quantidade de alimento e pela dificuldade que seus inimigos naturais apresentam para colonizar tais agroecossistemas (AGUIAR-MENEZES, 2004). Assim, esses plantios demandam a utilização de elevada quantidade de agrotóxicos para a manutenção das populações das espécies de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico, acarretando a poluição do solo, dos recursos hídricos, a contaminação dos alimentos produzidos e ocorrendo também efeitos negativos sobre espécies não-alvo, incluindo insetos que podem ser benéficos para a produção agrícola (JARDIM et al., 2009; SOUZA et al., 2012; LIMA et al., 2019).

Já os policultivos podem possuir expressiva diversidade de espécies de insetos, especialmente se apresentarem culturas perenes, longa duração da estabilidade da estrutura do ambiente e forem mantidos com restrita utilização de inseticidas sintéticos (AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al. 2019). Áreas agrícolas com essas características podem proporcionar maior presença de inimigos naturais das espécies de insetos-praga, como os parasitóides, os predadores e as espécies que possam competir por recursos com os insetos danosos. O aumento da diversidade vegetal limita a abundância de alimento para cada espécie, especialmente as monófagas, dificultando a ocorrência de elevado crescimento populacional dos insetos herbívoros e que esses alcancem o nível de dano econômico. Assim, o aumento de diversidade biológica pode reduzir a probabilidade de insetos-praga alcançarem o nível de dano econômico e causarem prejuízos significativos nos agroecossistemas (AGUIAR-MENEZES, 2004). A proximidade de florestas nativas também pode reduzir a densidade populacional de insetos-praga, uma vez que esse tipo de habitat apresenta populações de inimigos naturais dos insetos danosos às culturas agrícolas, evitando que cheguem a causar relevantes prejuízos financeiros (LOPES et al., 2012).

Considerando-se a perspectiva de expansão das áreas ocupadas pelos agrossistemas, os efeitos da conversão de ecossistemas nativos em áreas de cultivo sobre a biodiversidade vêm sendo conhecidos através de estudos que utilizam bioindicadores da qualidade ambiental, com destaque para os insetos, dentre os quais os da família Formicidae (FAO, 2009; BALMFORD et al., 2012; VEIGA et al., 2016; COALIZÃO, 2018).

A família Formicidae é composta pelas formigas que, juntamente com as abelhas e vespas pertencem à ordem Hymenoptera (WARD, 2010). Atualmente são descritas 17 subfamílias, 39 tribos, 337 gêneros e 13.754 espécies de formigas, sendo o Brasil possuidor da maior diversidade das Américas e uma das maiores do mundo (BACCARO et al. 2015; BOLTON, 2020). As formigas são insetos eusociais expressivamente comuns, abundantes e com elevada diversidade taxonômica e comportamental, em relação ao hábito alimentar e de nidificação, pois podem habitar o solo, a serapilheira ou as plantas e existem espécies predadoras, aquelas que consomem frutos e sementes, espécies fungívoras e detritívoras e ainda as que se alimentam de líquidos açucarados exsudados por plantas e hemípteros

(HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; BACCARO et al., 2015). Esses insetos podem nidificar dentro do solo, sob rochas e troncos, nos componentes da serapilheira e sobre plantas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; BACCARO et al., 2015).

Algumas espécies de formigas podem desenvolver funções vantajosas para a produção de culturas agrícolas, incluindo a participação na ciclagem de nutrientes do solo, na polinização e na predação de insetos herbívoros (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; ESTRADA, 2017; AMARAL et al., 2019). Por outro lado, existem formigas que se constituem em pragas agrícolas, por causarem danos diretos às plantas, como o corte de tecidos vegetais, por disseminarem patógenos ou apresentarem interações mutualísticas com hemípteros fitófagos produtores de *honeydew*, beneficiando tais pragas agrícolas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; BACCARO et al., 2015; GUINDANI et al., 2017).

Minas Gerais é um dos estados brasileiros de maior biodiversidade, sendo favorecido por seu amplo território, recursos hídricos e variações do relevo e clima, proporcionando uma diversa e rica cobertura vegetal, representativa dos biomas Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado (DRUMMOND et al., 2005). Por sua riqueza, o Cerrado brasileiro é considerado a savana tropical (ARRUDA, 2001), representando cerca de 30% da biodiversidade brasileira (AGUIAR & CAMARGO, 2004). No estado de Minas Gerais, o bioma representa aproximadamente 57% do território e ocorre, principalmente, nas regiões do Alto Paranaíba, Alto e Médio Jequitinhonha, Alto e Médio São Francisco, Campos das Vertentes, Central Mineira, Triângulo Mineiro e Zona Metalúrgica (BRANDÃO, 2000). Contudo, esse bioma se encontra em acelerado processo de transformação, com expressivas perdas de fauna e flora, uma vez que suas áreas naturais vêm sendo substituídas por monoculturas agrícolas e florestais ou espaços para implantação da pecuária (DRUMMOND et al., 2008).

Compreender os fatores bióticos e abióticos que influenciam a diversidade e a composição de espécies de formigas pode ser relevante para planejar a estrutura de áreas cultivadas, buscando manter a presença de uma comunidade biológica que proporcione condições para alcançar elevada produção agrícola com menor utilização de agrotóxicos, bem como obter benefícios econômicos, ambientais e para a saúde humana. Devido à elevada diversidade comportamental apresentada pela família Formicidae, é importante estudar as guildas de formigas nas áreas cultivadas, buscando aumentar o conhecimento sobre os fatores ambientais que influenciam a abundância desses insetos, obtendo informações que possam levar ao favorecimento de guildas úteis para a produção.

Nesta perspectiva, o primeiro capítulo desta dissertação avaliou a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas em áreas cultivadas com diferentes características estruturais, além de estudar a mirmecofauna de um remanescente de floresta nativa. O segundo capítulo foi dedicado a apresentação das guildas de formigas nas áreas com diferentes usos do solo e, em ambos os capítulos, foi discutida a influência de fatores ambientais bióticos e abióticos sobre os parâmetros da comunidade de formigas e das guildas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 35p., 2004.

AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. (Eds.) **Cerrado: ecologia e caracterização**. Brasília: Embrapa, 249 p. 2004.

ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B. Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, n.1, v.1, p.10-32, 2017.

AMARAL, G. C.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Efeitos de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciência Florestal**, v.29, n.2, p.660-672, 2019.

ARRUDA, M. B. **Ecosistemas Brasileiros**. Ed. Ibama: Brasília-DF. p.51. 2001.

BACCARO, F. B.; FEITOSA R. M.; FERNANDEZ F.; FERNANDES I. O.; IZZO T. J.; SOUZA J. L. P.; SOLAR R. **Guia para os gêneros das formigas do Brasil**. Manaus: Inpa. 388 p., 2015.

BALMFORD, A.; GREEN, R.; PHALAN, B. What conservationists need to know about farming. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1739, p. 2714-2724, 2012.

BOLTON, B. ANCAT. **An online catalog of the ants of the world**. 2020. Disponível em: <https://antcat.org/>. Acesso em: 01 jul. 2020.

BRANDÃO, M. Cerrado. In: MENDONÇA, M. P.; LINS L.V. (Org.) **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas/Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte. p. 55-63, 2000.

COALIZÃO BRASIL. **Visão 2030-2050: O futuro das florestas e da agricultura no Brasil**. 2018. Disponível em <http://www.coalizaobr.com.br/home/phocadownload/documentos/Visao-2030-2050-O-Futuro-das-Florestas-e-da-Agricultura-no-Brasil.pdf>.> Acesso em: 30 jun. 2020.

DRUMMOND, G. M.; MACHADO, A. B. M.; MATINS, C. S.; MENDONÇA, M. P. & STEHMANN J. R. (org.). **Listas vermelhas das espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2008.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A. & ANTONINI Y. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação**. 2a ed. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte, 208p., 2005.

ESTRADA, M. A. **A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2017.

ESTRADA, M. A.; ALMEIDA, A. A.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Diversidade, riqueza e abundância da mirmecofauna em áreas sob cultivo orgânico e convencional. **Acta Biológica Catarinense**, v.6, n.2, p.87-103, 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **State of Food Insecurity in the World 2009**. Rome, Italy: FAO, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i0680e.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.

GOMES, D. S.; ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B.; QUEIROZ, J. M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia. Série Zoologia**, v.103, p.104-109, 2013.

GUINDANI, A. N.; NONDILLO, A.; WOLFF, V. R. S.; AZEVEDO FILHO, W. S. Interação mutualística entre cochonilhas e formigas em videira. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v.2, n.4, 6-11p., 2017.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press; 746 p., 1990.

JARDIM, I. C. S. F.; ANDRADE, J. A.; QUEIROZ, S. C. N. Q. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global - Um enfoque às maçãs. **Química Nova**, v.32, n.4, p.996-1012, 2009.

LIMA, K. S.; SOARES, D. A. S.; COSTA, F. E. V.; CRUZ, R. H. R. Recursos hídricos e monocultura de palma: a problemática socioambiental no caso do rio Uesugi, em Igarapé-açu (Pará/Brasil). **Revista GeoAmazônia**, v.7, n.13, p.142-167, 2019.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; FERRAZ, J. M. G.; LOPES, I. M.; FERNANDES, L. G. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, n.1, p.25-38, 2012.

MARTINS, L.; ALMEIDA, F. S.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; VARGAS, A. B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.2, p.174-179, 2011.

SOUZA, C. R.; SARMENTO, R. A.; VENZON, M.; BARROS, E. C.; SANTOS, G. R.; CHAVES, C. C. Impacto de inseticidas em artrópodes não-alvo associados à cultura da melancia. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.5, p.1789-1802, 2012.

VEIGA, J. B.; DOS SANTOS, R. C.; LOPES, M. P. M.; DA SILVA, R. R.; DA SILVA, A. C. S., & DE OLIVEIRA, A. S. Avaliação rápida da riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de floresta ombrófila na região de Alta Floresta, MT. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, 2016.

WARD, P. Taxonomy, phylogenetics, and evolution. In: LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L. (Eds). **Ant Ecology**. New York: Oxford University Press 402 p., 2010.

CAPÍTULO I

DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DE COMUNIDADES DE FORMIGAS EPIGÉICAS E ARBORÍCOLAS EM ÁREAS CULTIVADAS

RESUMO

As comunidades de formigas são influenciadas pelas características dos habitats, incluindo a heterogeneidade do ambiente, que varia em função da estrutura e diversidade da vegetação. Esse capítulo teve como objetivo avaliar a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas epigéicas e arborícolas em áreas cultivadas e em um remanescente de floresta nativa, além de estudar os fatores que influenciam a mirmecofauna nas áreas com diferentes usos do solo. A mirmecofauna foi coletada em uma agrofloresta, uma área cultivada com espécies frutíferas (fruticultura), em uma pastagem e na Reserva Legal da Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais. Para a amostragem das formigas foram utilizadas em cada área 15 armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas, todas contendo iscas de sardinha e mel. Foram coletadas 45 espécies de formigas, pertencentes a seis subfamílias e 16 gêneros. A maior riqueza de espécies ocorreu na Reserva Legal (29 espécies), seguida da agrofloresta (23 espécies), da pastagem (19 espécies) e da fruticultura (17 espécies). As curvas de acumulação de espécies indicaram que a riqueza total de espécies foi significativamente maior na Reserva Legal que nas demais áreas. A riqueza média de espécies de formigas coletadas sobre o solo foi significativamente maior na área de Reserva Legal e agrofloresta (ANCOVA; $F = 5,069$; $p < 0,01$), mas a profundidade de serapilheira não influenciou significativamente a riqueza de espécies (ANCOVA; $F = 1,086$; $p = 0,30$). Não houve diferença significativa na riqueza média de formigas sobre árvores nas diferentes áreas avaliadas (ANCOVA; $F = 2,014$; $p = 0,12$), não sendo influenciada pela altura (ANCOVA; $F = 0,626$; $p = 0,43$) ou CAP (ANCOVA; $F = 0,776$; $p = 0,38$) das árvores. A Reserva Legal apresentou o maior Índice de Diversidade de Shannon (2,999), seguida da agrofloresta (2,736), pastagem (2,698) e fruticultura (2,349). Houve influência do tipo de uso do solo na composição de espécies de formigas coletadas sobre o solo e plantas. Os resultados evidenciam que atributos ambientais ligados a heterogeneidade do ambiente, como o número de espécies vegetais, proporcionaram diferenças na riqueza, diversidade e na composição da fauna de formigas. O aumento da complexidade estrutural do ambiente pode proporcionar a presença de maior riqueza e diversidade de espécies de formigas.

Palavras-chave: agroecossistemas, biodiversidade, funções ecológicas.

ABSTRACT

Ant communities are influenced by habitat characteristics, including the environment heterogeneity, which varies according to the structure and diversity of vegetation. This chapter aimed to evaluate the richness, diversity and composition of species of epigeic and arboreal ants in cultivated areas and in a remnant of native forest, in addition to studying the factors that influence myrmecofauna in areas with different land uses. The myrmecofauna was collected in an agroforestry, an area cultivated with fruit trees (fruit growing), in a pasture and in the Legal Reserve of the Experimental Farm of the Una University Center, municipality of Bom Despacho, Minas Gerais State. For the sampling of ants, 15 soil traps and the same number of tree traps were used in each area, all containing sardine and honey baits. A total of 45 ant species were collected, belonging to six subfamilies and 16 genera. The greatest species richness occurred in the Legal Reserve (29 species), followed by agroforestry (23 species), pasture (19 species) and fruit growing (17 species). The species accumulation curves indicated that the total species richness was significantly higher in the Legal Reserve than in the other areas. The average species richness of ants collected on the soil was significantly higher in the Legal Reserve and agroforestry area (ANCOVA; $F = 5.069$; $p < 0.01$), but litter leaf did not significantly influence species richness (ANCOVA; $F = 1.086$; $p = 0.30$). There was no significant difference in the mean richness of ants on trees in the different areas evaluated (ANCOVA; $F = 2.014$; $p = 0.12$), not being influenced by height (ANCOVA; $F = 0.626$; $p = 0.43$) or trunk circumference (ANCOVA; $F = 0.776$; $p = 0.38$) of the trees. The Legal Reserve had the highest Shannon Diversity Index (2,999), followed by agroforestry (2,736), pasture (2,698) and fruit growing (2,349). There was an influence of the land use on the composition of ant species collected on soil and plants. The results show that environmental attributes linked to the heterogeneity of the environment, such as the number of plant species, provided differences in the richness, diversity and composition of ant fauna. The increased structural complexity of the environment can provide the presence of greater ant species richness and diversity.

Key Word: agroecosystems, biodiversity, ecological functions

1 INTRODUÇÃO

A diversidade biológica ou biodiversidade pode ser estudada através da análise da riqueza e da diversidade de espécies (ALMEIDA & VARGAS, 2017), sendo estes parâmetros influenciados por variados fatores abióticos e bióticos, com o aumento da heterogeneidade do ambiente geralmente favorecendo um acréscimo na riqueza de espécies (MARTINS et al. 2011). Espécies ou grupos de espécies são utilizados como bioindicadores para monitorar e detectar padrões de alterações da biodiversidade que são provocadas por ações antrópicas (SANTOS et al., 2006). Os insetos são importantes indicadores biológicos, pois é o grupo taxonômico com maior número de espécies e apresentam espécies sensíveis às alterações ambientais e com amostragem relativamente fácil e de baixo custo (WINK et al., 2005).

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) estão entre os grupos taxonômicos de animais com maior sucesso evolutivo, o que pode ser constatado pela sua ampla distribuição geográfica, elevado número de espécies e por estar entre os animais mais abundantes dos ecossistemas tropicais (HÖLDOBLER & WILSON, 1990; FOWLER et al., 1991; BOLTON, 1995; AGOSTI & JOHNSON, 2003; BACCARO et al. 2015). Esses insetos podem provocar problemas para o ser humano, disseminando organismos patogênicos em hospitais e residências, deteriorando construções e equipamentos elétricos (OLIVEIRA & CAMPOS-FARINHA, 2005; BRAGANÇA & LIMA, 2010; SILVA et al., 2020) e causando danos à agricultura, através do ataque às plantas cultivadas (LOECK et al. 2003; QUEIROZ et al., 2006; ALMEIDA et al., 2007). Contudo, a mirmecofauna desempenha importantes papéis ecológicos, dentre os quais a predação, a dispersão de sementes, a polinização e a participação em outras interações ecológicas, além de promoverem a diversidade nas comunidades microbianas do solo (MORAIS, 1980; HÖLDOBLER & WILSON, 1990; OLIVEIRA, 1988; DEL CLARO et al. 1996; BACCARO et al. 2015; DELGADO-BAQUERIZO et al., 2019; MARCHIORI, 2020). Também alteram as propriedades químicas e estruturais do solo (FOLGARAIT, 1998), atuam na ciclagem de nutrientes do solo (MACEDO, 2004) e no controle biológico de pragas (OLIVEIRA et al., 2012; RODRIGUES et al., 2019). Desse modo, podem proporcionar importantes benefícios para a produção agrícola.

Além dos ecossistemas naturais, as formigas habitam diversos tipos de ambientes terrestres antropizados, como áreas urbanas, praças públicas, áreas cultivadas e pastagens, o que colabora para serem amplamente utilizadas como bioindicadores em diferentes situações (ESTRADA et al., 2014; GUARDA et al., 2018; ESTRADA et al., 2019). Segundo LOPES et al. (2010) existe carência de estudos em escalas locais comparando comunidades de formigas em ambientes com diferentes usos do solo, pois não existe um padrão para a distribuição da riqueza e abundância de espécies de formigas em diferentes ambientes.

No Brasil, diversos levantamentos de espécies de formigas foram realizados nos últimos anos em áreas cultivadas, ressaltando a diversidade e a composição de espécies (CAMPANA et al., 2016; COSTA, 2016; AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al., 2019; RODRIGUES, 2019). Um dos grandes desafios da agricultura atual é conciliar a obtenção de alta produtividade com a preservação ambiental, visto que áreas intensamente manejadas e/ou com monoculturas apresentam geralmente reduzida diversidade biológica (CAMARGO, 2001).

Os tratamentos culturais utilizados e também as características das áreas cultivadas, incluindo fatores abióticos e bióticos, influenciam fortemente as comunidades de formigas, com efeitos sobre a riqueza e a composição de espécies (GOMES et al., 2013; AMARAL, 2018; ESTRADA et al., 2019). Áreas cultivadas com maior número de espécies e em cultivo orgânico podem possuir maior riqueza de espécies e apresentar a composição da mirmecofauna expressivamente diferente de monoculturas desenvolvidas com cultivo convencional (ESTRADA et al., 2019).

Além disso, as características da serapilheira ou cobertura morta sobre o solo e da vegetação presente no agroecossistema podem influenciar a mirmecofauna em áreas cultivadas (GOMES et al., 2013; AMARAL, 2018).

Nos estudos envolvendo formigas, seja para ampliar o conhecimento da biodiversidade local, para controle ou conservação, é importante obter informações sobre os fatores bióticos e abióticos que caracterizam e estruturam o ambiente, pois esse grupo de insetos ocupa diversos micro-habitats e estratos verticais (DANTAS et al., 2011; AMARAL, 2018). As formigas podem ser classificadas como hipogéicas (DANTAS et al., 2011), arborícolas (NADKARDNI, 1994; BACCARO et al., 2015) e epigéicas, sendo esta última uma área intermediária entre os estratos hipogéico (subterrâneo) e arbóreo (sobre plantas) onde a serapilheira apresenta-se como importante componente para a nidificação e/ou forrageamento (DANTAS et al., 2011).

No Estado de Minas Gerais, sob domínio do bioma Cerrado, são escassas as informações sobre a biodiversidade de formigas em áreas cultivadas com diferentes características e sobre os fatores que influenciam a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas que forrageiam sobre o solo e sobre plantas nesses ambientes e para a utilização da mirmecofauna como bioindicadoras no Cerrado (TIBCHERANI, 2018). Cabe ressaltar que na utilização de bioindicadores é interessante incluir ambientes de referência, que podem ser habitats nativos, visando facilitar a compreensão da magnitude dos efeitos das alterações ambientais sobre a biodiversidade. Assim, esse capítulo teve como objetivo avaliar a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas epigéicas e arborícolas em áreas cultivadas e em um remanescente de floresta nativa e estudar os fatores que influenciam a mirmecofauna nas áreas com diferentes usos do solo.

A seguinte hipótese foi testada: a riqueza, a diversidade e a composição da mirmecofauna epigéica e arborícola variam em função do tipo de uso do solo, como resposta a mudanças em atributos ambientais e nos tratos culturais observados em áreas cultivadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido na área da Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, campus Antônio Lisboa Guerra Neto, no município de Bom Despacho (45°14' W; 19°47'S), Mesorregião Central Mineira, Estado de Minas Gerais (Figura 1). A área do município é de 1.213,546 km² (IBGE, 2019).

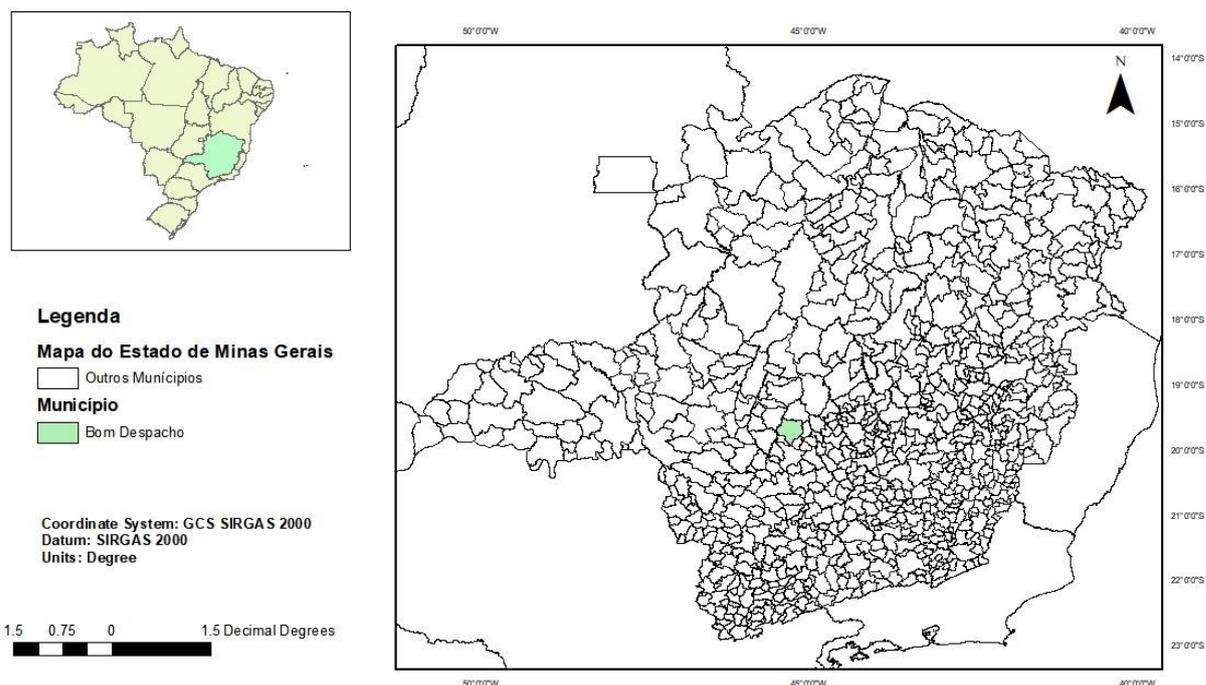


Figura 1. Localização do município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais, Brasil.

O município encontra-se no Bioma Cerrado “stricto sensu”, tendo como características apresentar árvores relativamente baixas e tortuosas, com cascas espessas e folhas grossas (SANO & ALMEIDA, 1998). A vegetação do Cerrado não apresenta essas características apenas pelo clima, mas também pela escassez de nutrientes no solo, como o nitrogênio e o fósforo (SANO & ALMEIDA, 1998; ARRUDA, 2001).

A altitude média do município é de 695 m, sendo o clima local do tipo Cwa (classificação de Köppen), com temperaturas médias anuais de 19° a 25°C, apresentando um período do ano chuvoso (outubro a março) e um período seco (junho a outubro) e a precipitação média por ano varia entre 1350 mm a 1550 mm (SAPORETTI et al., 2003; MMA, 2011). O relevo da região é suavemente ondulado e os tipos de solos predominantes na região são: Cambissolo; Gleissolo; Latossolo Vermelho–Amarelo; Latossolo Vermelho–Escuro; e Podzólico Vermelho (COBRAPE, 2014).

O município de Bom Despacho possui áreas com a criação de bovinos, bubalinos, ovinos, suínos, equinos, galináceos, abelhas e produção agrícola com lavouras permanentes (302 ha) e lavouras temporárias (12,5 ha), apresentando entre as principais culturas: arroz, feijão, milho, banana, *Eucalyptus* spp., seringueira, laranja, limão, alho, cana-de-açúcar, cebola, mandioca, melancia e soja (IBGE, 2017).

A Fazenda Experimental em questão apresenta 11,7 ha e destina-se principalmente aos cursos de Agronomia e Medicina Veterinária, com áreas com cultivos agrícolas e florestais e para a criação de animais. O campo experimental é dividido em áreas com diferentes usos: Reserva Legal (remanescente de floresta nativa), Áreas de Preservação Permanente (APP), campo agrostológico, sistema agroflorestal, pasto agroecológico, silvicultura, fruticultura, plantas medicinais e aromáticas, horticultura, cafezal e capineira/cana-de-açúcar.

Buscando obter um gradiente de diversidade vegetal, as amostragens dos formicídeos foram realizadas em quatro áreas (Figura 2): sistema agroflorestal (agrofloresta; 1,0 ha); área cultivada com espécies frutíferas (fruticultura; 0,27 ha); pasto agroecológico (1,2 ha); e Reserva Legal (floresta nativa; 2,7 ha).



Figura 2. Áreas utilizadas no estudo na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

2.2 Características das áreas em estudo

2.2.1 Sistema agroflorestal

O sistema agroflorestal ou agrofloresta, possui uma área de aproximadamente 1,0 ha e inclui espécies nativas da região como: pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.); pau-terra (*Qualea grandiflora* Mart.); mandioqueira (*Didymopanax macrocarpum* Cham. & Schltdl.); pau-santo (*Kielmeyera coriácea* Mart. & Zucc.); caqui-do-cerrado (*Diospyros hispida* Alph. D. C.), formando uma estrutura que lembra uma floresta nativa, existe também o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), cultivada a três anos (Figura 3). Nessa área ocorre a criação de animais como bovinos e caprinos. As plantas espontâneas identificadas nessa área foram: braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf); capim-branco (*Chloris polydactyla* L.); e capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.). Não existe sistema de irrigação e tampouco houve preparo extensivo do solo, e não são utilizados herbicidas ou pesticidas nessa área. Tem o histórico de aproximadamente três queimadas acidentais nos últimos sete anos e possui área de pousio com pasto.



Figura 03. Sistema agroflorestral (agrofloresta) na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

2.2.2 Fruticultura

A fruticultura possui uma área de 0,27 ha, sendo cultivadas as seguintes espécies: figo (*Ficus carica* L.); banana (*Musa* spp.); mamão (*Carica papaya* L.); goiaba (*Psidium guajava* L.); laranja (*Citrus sinensis* L.); limão (*Citrus limon* L.); manga (*Mangifera indica* L.); maracujá (*Passiflora edulis* Sims.) e pitaya (*Hylocereus undatus* Haw.) (Figura 4). O plantio adotado nessa área foi o sistema convencional, havendo preparação do solo como aração e gradagem e capinas manuais, com aplicação de adubos e defensivos quando necessário. O tempo de cultivo é superior a seis anos. Não existe a criação de animais nessa área. As plantas espontâneas verificadas foram: buva (*Conyza* spp.); picão-preto (*Bidens pilosa* L.); tiririca (*Cyperus rotundus* L.); serralha (*Sonchus oleraceus* L.); e capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.). São utilizados herbicidas e pesticidas nessa área. O sistema de irrigação é por gotejamento. Não realiza queimadas e não possui área de pousio.



Figura 4. Área de fruticultura na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

2.2.3 Pasto agroecológico

O pasto agroecológico (1,2 ha) possui a espécie capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) (Figura 5) que vem sendo cultivada a mais de seis anos. Essa área é utilizada para criação de bovinos e equinos. A planta espontânea presente nessa área foi o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq). Nessa área não são utilizados herbicidas, inseticidas ou outros pesticidas. O sistema de irrigação é por aspersão. Não houve preparação do solo, não realizam queimas e existem áreas de pousio divididas em piquetes, sendo pastos rotacionados para a criação de animais. O pasto agroecológico encontra-se próximo da Reserva Legal e da agrofloresta, com árvores típicas do cerrado compondo a paisagem, e o próprio pasto agroecológico possui árvores, trazendo benefícios para a saúde dos animais.



Figura 5. Pasto agroecológico na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

2.2.4 Reserva Legal

A Reserva Legal (2,7 ha) apresenta uma floresta nativa do bioma Cerrado “stricto sensu” (Figura 6) com as seguintes espécies arbóreas: buriti (*Mauritia flexuosa* L.); pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess.); mandioqueira (*Didymopanax macrocarpum* Cham. & Schltldl.); pau-santo (*Kielmeyera coriácea* Mart. & Zucc.); caqui-do-cerrado (*Diospyros hispida* Alph. D. C.); chapada (*Acosmium dasycarpum* Vogel); caviúna (*Dalbergia miscolobi* Bent.); pau-terra (*Qualea grandiflora* Mart.); e a planta exótica neem (*Azadirachta indica* A. Juss), dentre outras. Também foram observadas as seguintes plantas espontâneas: braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.); capim colônia (*Panicum maximum* Jacq); buva (*Conyza* spp.); picão preto (*Bidens pilosa* L.); tiririca (*Cyperus rotundus* L.); serralha (*Sonchus oleraceus* L.); e capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.). Não existe a criação de animais nessa área. Não são utilizados herbicidas e não existe sistema de irrigação. Tem o histórico de aproximadamente três queimadas acidentais nos últimos sete anos.



Figura 6. Reserva Legal na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

2.3 Coleta de dados

A coleta da mirmecofauna foi realizada em quatro áreas: sistema agroflorestal (agrofloresta); área cultivada com espécies frutíferas (fruticultura); pastagem agroecológica; e Reserva Legal (floresta nativa). O trabalho de campo ocorreu durante os meses de março e abril de 2020. Uma semana antes das coletas nas áreas de fruticultura e Reserva Legal, ocorreram chuvas entre 1,4 mm a 0,2 mm. Na semana anterior à amostragem nas áreas de pastagem e agrofloresta a precipitação variou de 3,2 mm a 0,2 mm (INMET, 2020). Mas durante o período em que as armadilhas permaneceram instaladas não ocorreram chuvas.

Foram utilizadas armadilhas de queda tipo *pitfall*, tanto de solo quanto arbóreas. As armadilhas foram confeccionadas com copos plásticos de 300 mL dentro dos quais foram alocados copos de 50 mL contendo iscas de sardinha e mel. No copo de 300 mL foi alocado 100 mL de álcool a 70%, como líquido conservante. Foram utilizadas 15 armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas em cada área cultivada utilizada no presente estudo, totalizando 120 armadilhas. A preparação dos *pitfalls* arbóreos foi baseada em Flores et al. (2017) e Oliveira-Santos et al. (2009) e foram fixados no tronco das plantas a cerca de 1 m de altura. A distância entre as armadilhas foi de cerca de 10 m e ficaram instaladas no campo por 48h. Após esse tempo o conteúdo das armadilhas foi alocado em frascos contendo álcool 70% e etiquetas de identificação.

As amostras foram triadas em laboratório e as formigas operárias coletadas foram fixadas em via seca, procedendo-se a identificação ao nível de gênero com base em Baccaro et al. (2015) e posteriormente foi realizada a separação das formigas de cada gênero em morfoespécies. A identificação ao nível de espécies foi realizada através de trabalhos contendo chaves de identificação específicas para cada gênero de formigas e também com base em comparações com formigas operárias contidas em coleções entomológicas cuja identificação foi realizada anteriormente. Tais procedimentos adotados para a identificação das formigas são frequentemente utilizados em trabalhos científicos que envolvem a amostragem da comunidade de formigas (FLORES et al. 2017; AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al. 2019).

Em cada área cultivada, foram coletadas a temperatura e a umidade relativa do ar, com um termo-higrômetro, obtendo-se 28° C e 64% UR na fruticultura, 19° C e 80% UR na Reserva Legal, 24°C e 49% UR na agrofloresta e 21°C e 67% UR na pastagem. A profundidade de serapilheira ou cobertura morta foi aferida com uma régua graduada, ao lado de cada armadilha de solo. Também foram obtidas a altura e a circunferência do tronco a altura do peito (CAP) das árvores utilizadas para a amostragem das formigas.

2.3 Análise dos dados

Foram obtidas curvas de acumulação de espécies da mirmecofauna para comparar a riqueza de espécies total das diferentes áreas e avaliar a eficiência da amostragem. Nessa análise, diferenças significativas são constatadas quando não há sobreposição entre os intervalos de confiança de duas curvas de acumulação de espécies (GOMES et al., 2013).

A riqueza de espécies média por área de estudo foi avaliada com a Análise de Covariância (ANCOVA), inserindo as variáveis ambientais aferidas como covariáveis, sendo utilizada a profundidade de serapilheira ou cobertura morta na análise das formigas coletadas no solo e a altura e a circunferência do tronco no estudo das formigas coletadas sobre plantas. Nessa análise utilizou-se como repetição os dados obtidos com o conjunto de três armadilhas (três armadilhas mais próximas), proporcionando cinco repetições de armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas. O Índice de Diversidade de Shannon foi calculado para cada área cultivada e as diferenças foram estudadas pelo Teste t para o índice de diversidade (Diversity t test).

Na análise da composição de espécies foi adotada a Ordenação Multidimensional Não Métrica (NMDS), com o Coeficiente de Jaccard e incluindo variáveis ambientais coletadas (profundidade de serapilheira, altura das árvores e CAP) na análise. O programa PAST foi utilizado na análise dos dados (HAMMER et al., 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 4.767 formigas operárias distribuídas em 45 espécies, pertencentes a seis subfamílias e 16 gêneros (tabela 1). Na Reserva Legal e na agrofloresta foram encontradas todas as seis subfamílias, na fruticultura e na pastagem ocorreram 5 subfamílias. As subfamílias com maior número de espécies foram Formicinae e Myrmicinae (15 espécies cada), seguidas de Ponerinae (seis espécies). O gênero que apresentou maior número de espécies foi *Camponotus* (12 espécies), seguido por *Pheidole* (9 espécies), *Ectatomma* e *Crematogaster* com 3 espécies cada.

De modo geral a riqueza total de espécies é similar a de outros levantamentos observados em áreas de policultivo e floresta nativa, embora os métodos de coletas sejam

diferentes (CANTARELLI et al., 2015; SALAS-LOPEZ et al., 2017), em áreas do Cerrado do Estado de Minas Gerais (RAMOS et al., 2003; RAMOS et al., 2004).

A subfamília Myrmicinae é regularmente citada como a mais rica em espécies na região do Cerrado Brasileiro (MARINHO et al., 2002; DANTAS et al., 2011; RAMOS et al., 2003b; SILVA et al., 2018). Esse predomínio pode ser explicado por ser a mais rica em espécies e com a maior diversidade de hábitos alimentares e de nidificação (FOWLLER et al., 1991), possuindo adaptações ecológicas que possibilitam colonizar diferentes ambientes (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

Entretanto, as subfamílias Myrmicinae e Formicinae apresentaram o mesmo número de espécies, o que não é comum em outros levantamentos. Várias espécies da subfamília Formicinae são comuns em ambientes abertos, incluindo áreas semelhantes a alguns dos ambientes desse estudo (ALMEIDA et al., 2007; ESTRADA et al., 2019).

Não é comum que o gênero *Camponotus* apresente a maior riqueza de espécies em levantamentos da mirmecofauna, pois esse posto geralmente é ocupado pelo gênero *Pheidole*, sendo esse um padrão para a região neotropical (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Porém o gênero *Camponotus*, juntamente com *Pheidole*, apresenta elevada riqueza de espécie em levantamentos conduzidos na região neotropical (DANTAS et al., 2011; CORIOLANO et al., 2014; CORASSA et al., 2015; APOLINÁRIO et al., 2019). Além disso, em alguns estudos foi observado que *Camponotus* foi o gênero com maior riqueza de espécies, incluindo em florestas decíduas do norte de Minas Gerais (NEVES et al., 2006), Cerrado do norte de Minas Gerais (DANTAS et al., 2011), em áreas urbanas no município de Três Rios no Estado do Rio de Janeiro (CORIOLANO et al., 2014), em cultivos orgânicos e convencionais no município de Paraíba do Sul, no Estado do Rio de Janeiro (ESTRADA et al., 2019), e em áreas cultivadas na fazendinha agroecológica do Km 47, no município de Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro (MARCHIORI, 2020).

Camponotus é um gênero que apresenta uma grande diversidade de habitats, podendo forragear tanto no solo quanto na vegetação (BACCARO et al., 2015; RONQUE et al., 2018; VICENTE et al., 2019). Foram descritas 300 espécies para as regiões neotropicais e aproximadamente 200 espécies estão presentes no Brasil (BACCARO et al., 2015), apresentando polimorfismo e onivoria (MAKAY et al., 2002).

Apesar de apresentarem uma alimentação diversificada, muitas espécies do gênero *Camponotus* preferem substâncias adocicadas e outras tem preferência por carcaças de animais (LUTINSKI & GARCIA, 2005). As armadilhas utilizadas nesse estudo, contendo sardinha e mel, podem ter contribuído para a captura das formigas do gênero *Camponotus*, como a espécie *Camponotus melanoticus* (Emery, 1894) que esteve presente nas quatro áreas, tanto no solo quanto sobre plantas, corroborando por exemplo, os trabalhos de Ramos et al., (2003b) e Ramos et al. (2004) realizados no município de Bom Despacho, MG. Em outro estudo realizado no Cerrado no Norte do Estado de Minas Gerais, essa espécie esteve presente nas três áreas em estudo: mata ciliar, mata seca e cerrado (DANTAS, 2011).

Tabela 1. Subfamílias e espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre o solo (S) e sobre árvores (A) em diferentes usos do solo na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

Subfamílias/Espécies	Fruticultura	Reserva Legal	Agrofloresta	Pastagem
Dolichoderinae				
<i>Azteca</i> sp.1		A		
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	S/A	S/A	S	S
<i>Dorymyrmex</i> sp.2	S/A	S		
<i>Linepthema</i> sp.1		S/A		
Ectatomminae				
<i>Ectatomma brunneum</i> (Smith, 1858)		S/A	S/A	
<i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863)		S	S	
<i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908)		S		
Formicinae				
<i>Brachymyrmex</i> sp.1			S/A	S
<i>Brachymyrmex</i> sp.2			S	
<i>Camponotus melanoticus</i> (Emery, 1894)	S/A	S/A	S/A	S
<i>Camponotus</i> sp.2		S		
<i>Camponotus</i> sp.3		S	S	
<i>Camponotus</i> sp.4		S		
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)		A		A
<i>Camponotus</i> sp.7	S/A	A	S/A	S/A
<i>Camponotus prox. renggeri</i> (Emery, 1894)			S/A	
<i>Camponotus</i> sp.9				S
<i>Camponotus</i> sp.10	A		S	
<i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862)			S	
<i>Camponotus</i> sp.13	S/A	A	S	S
<i>Camponotus</i> sp.14	A			
<i>Nylanderia</i> sp.1		S		
Myrmicinae				
<i>Crematogaster</i> sp.1		S/A		
<i>Crematogaster</i> sp.2	A	A	S/A	A
<i>Crematogaster</i> sp.3	A			S
<i>Pheidole</i> sp.1	S	S	S	S
<i>Pheidole</i> sp.2	S/A	S/A	S	S/A
<i>Pheidole</i> sp.3			S	
<i>Pheidole</i> sp.4				S
<i>Pheidole</i> sp.5		S		
<i>Pheidole</i> sp.6		S	S	
<i>Pheidole</i> sp.7		S		A
<i>Pheidole</i> sp.8				A

Tabela 1. Continuação: Espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre o solo (S) e sobre árvores (A) em diferentes usos do solo na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho no Estado de Minas Gerais.

Subfamílias/Espécies	Reserva			
	Fruticultura	Legal	Agrofloresta	Pastagem
<i>Pheidole</i> sp.9				S
<i>Solenopsis</i> sp.1	S			
<i>Solenopsis</i> sp.2		S		
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	S		S	
Ponerinae				
<i>Anochetus</i> sp.1			S	
<i>Neoponera</i> sp1	S	S/A	S/A	S/A
<i>Neoponera</i> sp.2		S		
<i>Odontomachus</i> sp.1	S	S		S
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	S	S	S	
<i>Pachycondyla striata</i> (Smith, 1858)		S	S	
Pseudomyrmecinae				
<i>Pseudomyrmex prox. gracilis</i> (Fabricius, 1804)				A
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	A	A	S/A	A

Outros estudos realizados no Cerrado, também constataram que *Camponotus* e *Pheidole* foram os gêneros mais frequentes nas amostras (RAMOS et al., 2003; DANTAS et al., 2011), similarmente a outros trabalhos realizados na região neotropical (MARINHO et al., 2002; LUTINSKI et al., 2018).

O gênero *Pheidole* é mais rico em espécies de formigas em todo o mundo, entretanto, muitas espécies ainda estão sendo descritas (WILSON, 1976; MOREAU, 2008). Nas Américas esse gênero está amplamente distribuído (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Com um amplo espectro de habitats, o gênero *Pheidole* pode ser encontrado, por exemplo, em florestas tropicais, savanas, campos de altitude, restingas e áreas expressivamente antropizadas, com dominância numérica e elevada diversidade de espécies, sendo considerado geralmente um grupo adequado para estudos em ecologia, comportamento e biologia (WILSON, 2003).

Embora, com métodos de coletas diferentes, o gênero *Pheidole* é descrito em estudos realizados em eucaliptais e em áreas do Cerrado no Município de Bom Despacho no Estado de Minas Gerais (MARINHO et al., 2002; RAMOS et al., 2003; RAMOS et al., 2003b).

Cabe ressaltar a elevada riqueza do gênero *Crematogaster*, que contém mais de 500 espécies descritas no mundo (BOLTON, 2020), com a maioria das espécies ocorrendo em áreas tropicais e subtropicais e podendo ser dominantes em relação à mirmecofauna arbórea (BLAIMER, 2010). São espécies em sua maioria arborícolas, mas os seus ninhos podem ser encontrados na serapilheira, podem ser predadoras eficientes e acabam realizando recrutamento em massa, resultando como dominantes do estrato arbóreo (BACCARO et al., 2015). Destaca-se *Crematogaster* sp.2, que foi encontrada nas quatro áreas desse trabalho, principalmente nas árvores.

Já o gênero *Ectatomma* é amplamente encontrado em florestas e savanas (MIGUEL & DEL-CLARO, 2005). As formigas desse gênero são consideradas predadoras generalistas de

uma variedade de pequenos artrópodes e anelídeos (PIE, 2004, BACCARO et al., 2015). A espécie *Ectatomma brunneum* apresenta colônias pequenas, caça solitária e com a presença de ferrões bem desenvolvidos, nidificam no solo e são muito abundantes em áreas de vegetação aberta, áreas degradadas, áreas cultivadas, pastagens, gramados (GOMES et al, 2009). Essa espécie foi encontrada tanto no solo quanto em árvores nas áreas de reserva legal e agrofloresta. Bem como a espécie *Ectatomma edentatum*, encontrada no solo das áreas de reserva legal e agrofloresta, sendo que tal espécie forrageia solitariamente e suas colônias apresentam relativamente poucos indivíduos (LUTINSKI & GARCIA, 2005).

Algumas espécies encontradas merecem destaque como *Dorymyrmex* sp.1, presente nas quatro áreas no solo e em duas áreas sobre árvores. Formigas desse gênero nidificam no solo e são constantemente observados em áreas antropizadas, preferindo ambientes mais abertos, são formigas muito rápidas e buscam alimentos nas horas mais quentes do dia, evitando competições com espécies mais sensíveis (BACCARO et al., 2015). *Neoponera* sp.1 esteve presente nas quatro áreas nas armadilhas de solo e em três áreas nas armadilhas alocadas sobre as árvores. *Neoponera* é um gênero muito diverso em relação ao comportamento e locais de nidificação (BACCARO et al., 2015).

Formigas do gênero *Solenopsis* foram pouco frequentes nas amostras, apesar de ocorrem em diversos habitats e frequentemente em ambientes agrícolas e florestais (DELABI & FOWLER, 1995; MARINHO et al., 2002; RAMOS et al., 2003). São consideradas muito agressivas, sendo que algumas espécies são popularmente conhecidas como formigas-de-fogo ou lava-pés, provocando ferroadas dolorosas, dando a sensação de queimadura (TRAGER, 1991). Algumas espécies do gênero *Solenopsis* causam prejuízos invadindo pastos, gramados, beiras de estradas, atacando humanos e animais (TRAGER, 1991; BACCARO et al., 2015), mas outras vezes atuam como predadoras de insetos danosas às culturas agrícolas (ALMEIDA et al., 2007).

Vários dos gêneros coletados no presente estudo também foram amostrados em outras áreas cultivadas. Em levantamento em propriedades com cultivo orgânico e convencional, no Estado do Rio de Janeiro, os gêneros que apresentaram maior riqueza de espécies foram *Camponotus*, *Pheidole* e *Solenopsis* (ESTRADA et al., 2019), de forma similar aos resultados do presente trabalho em relação aos dois primeiros gêneros. Já em plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) foi observada a predominância da espécie *Brachymyrmex adnotus* e três morfoespécies de *Pheidole* (CAMPANA et al., 2016). Em uma plantação de *Eucalyptus grandis*, a maior riqueza de espécies foi do gênero *Pheidole* e também se observou expressiva diversidade do gênero *Camponotus* (BOSCARDIN et al., 2016). Um cultivo de café conilon (*Coffea canefora*) apresentou as espécies *Brachymyrmex cordemoyi* e *Ectatomma brunneum* como as mais abundantes (RODRIGUES, 2019). Em campos de vinhedo, onde o maior número de espécies foi descrito para as subfamílias Myrmicinae e Formicinae, os gêneros com maior número de espécies foram *Pheidole*, *Solenopsis* e *Acromyrmex* (ROSADO et al., 2012). Em cultivos múltiplos de agrofloresta, bananal e cafezal os gêneros *Pheidole*, *Pseudomyrmex* e *Strumigenys* apresentaram a maior riqueza de espécies (AMARAL et al., 2019).

Entre as formigas mais conhecidas nas Américas, estão as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* (MULLER et al., 2017) que causam elevados prejuízos atacando inúmeras espécies agrícolas (DELLA LUCIA, 2011, LAZZARI et al., 2019; GIESEL et al., 2020). Esses gêneros estão presentes em vários ambientes, incluindo ecossistemas naturais, áreas cultivadas e pastagens (NADAI et al., 2012; CORASSA et al., 2015).

Não foram coletados indivíduos desses gêneros nas áreas amostradas, assim como também não foram encontradas operárias de outros gêneros de formigas cultivadoras de fungos, como *Cyphomyrmex* e *Mycocetopus* que podem ocorrer em áreas cultivadas (AMARAL et al.,

2019; ESTRADA et al., 2019). Pode-se inferir que a aplicação de inseticidas na fruticultura possa ter eliminado ou reduzido as populações dessas formigas, dificultando a sua amostragem. Além disso, as iscas utilizadas (sardinha e mel) não são apropriadas para a atração de formigas cultivadoras de fungos, incluindo as cortadeiras, embora formigas cultivadoras de fungos possam ser coletadas em armadilhas de queda tipo *pitfall* sem iscas.

Outro fato relevante é que as capinas manuais são comuns na área de fruticultura, fazendo com que haja a eliminação de vegetação herbácea e arbustiva, contribuindo para a diminuição de recursos alimentares disponíveis, inclusive para outros grupos de formigas além das cultivadoras de fungos (RAMOS et al., 2004).

Também cabe ressaltar que as queimadas podem interferir nas comunidades de formigas, pois o fogo pode ter efeito direto na abundância e riqueza de formigas, com a diminuição da serapilheira e mudanças na estrutura do seu habitat, causando escassez de recursos alimentares (PAOLUCCI et al. 2017).

Foram coletadas 17 espécies de formigas na fruticultura, 19 espécies na pastagem, 23 espécies na agrofloresta e 29 espécies na Reserva Legal (Tabela 1). Pela análise das curvas de acumulação de espécies, observa-se que a riqueza total de espécies foi significativamente maior na Reserva Legal que nas demais áreas (Figura 7). Não houve diferença significativa entre a pastagem e a agrofloresta e a fruticultura.

Foi possível constatar que as curvas de acumulação não atingiram a assíntota, demonstrando que o esforço amostral não foi suficiente para coletar todas as espécies de formigas presentes nas quatro áreas estudadas, o que é o padrão em levantamentos da mirmecofauna (ESTRADA et al., 2019; MARCHIORI, 2020), tendo em vista o elevado número de espécies desse grupo taxonômico e as limitações das técnicas de amostragem. Além disso, a distribuição espacial agregada dos ninhos de muitas espécies de formigas pode dificultar a coleta de todas as espécies que existem em uma área (ESTRADA et al., 2019).

A Reserva Legal apresentou o maior Índice de Diversidade de Shannon (2,999), seguida da agrofloresta (2,736), pastagem (2,698) e fruticultura (2,349). A diversidade de espécies da Reserva Legal não diferiu significativamente da observada na agrofloresta (Diversity t test; $t = 1,756$; $p = 0,08$), mas foi significativamente maior que da pastagem (Diversity t test; $t = 2,028$; $p = 0,04$) e fruticultura (Diversity t test; $t = 4,112$; $p < 0,01$). A diversidade de espécies da agrofloresta diferiu significativamente da fruticultura (Diversity t test; $t = -2,341$; $p = 0,02$), mas não da pastagem (Diversity t test; $t = 0,246$; $p = 0,81$). Também ocorreu diferença significativa entre a pastagem e a fruticultura (Diversity t test; $t = -2,121$; $p = 0,04$).

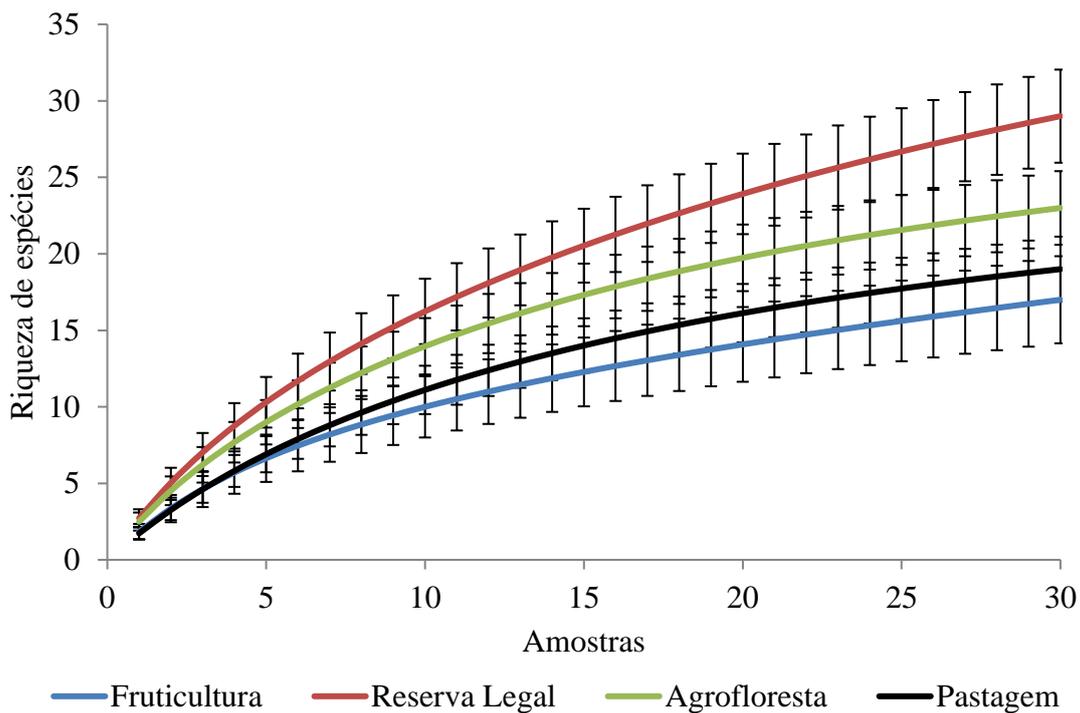


Figura 7. Curvas de acumulação de espécies (Mao Tau) para a riqueza de espécies de formigas na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

A riqueza e a diversidade de espécies de formigas coletadas com as armadilhas de solo foram maiores que sobre plantas, com exceção da diversidade de espécies na fruticultura (Tabela 2). É comum que a riqueza de espécies de formigas epigéicas seja maior que de formigas arborícolas (LEAL, 2003), o que justifica esses resultados. A riqueza de espécies no solo foi maior na Reserva Legal e agrofloresta e menor na fruticultura. Já a riqueza de espécies coletada sobre árvores foi maior na Reserva Legal onde apresenta maior diversidade vegetal, seguida da fruticultura, pastagem e agrofloresta. O índice de diversidade para as formigas coletadas com as armadilhas de solo foi maior na agrofloresta, seguida da Reserva Legal, da pastagem e da fruticultura. O índice de diversidade para as formigas coletadas sobre árvores foi maior na Reserva Legal, seguida da fruticultura, pastagem e agrofloresta.

Tabela 2. Riqueza e índice de diversidade (Shannon) de espécies de formigas em diferentes usos do solo, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

Parâmetros	Fruticultura		Reserva Legal		Agrofloresta		Pastagem	
	Solo	Árvore	Solo	Árvore	Solo	Árvore	Solo	Árvore
Riqueza de espécies	12	11	23	13	23	8	13	9
Índice de diversidade	2,127	2,26	2,799	2,292	2,815	1,848	2,359	2,01

A riqueza média de espécies de formigas coletadas sobre o solo foi significativamente maior na Reserva Legal e na agrofloresta (ANCOVA; $F = 5,069$; $p < 0,01$; Figura 08), mas a serapilheira não influenciou significativamente a riqueza de espécies (ANCOVA; $F = 1,086$; $p = 0,30$). Apesar da profundidade de serapilheira ou cobertura morta não ter influenciado a riqueza de espécies nas áreas avaliadas no estudo, a maior riqueza de espécies de plantas na Reserva Legal e na agrofloresta podem proporcionar uma serapilheira mais diversificada e, conseqüentemente, com maior diversidade de locais para nidificação e recursos alimentares que a pastagem e a fruticultura. Isso explica os resultados encontrados, pois a maior variabilidade dos componentes da serapilheira ou cobertura morta podem ocasionar maior riqueza de espécies de formigas e está associada a riqueza de espécies de plantas (VARGAS et al., 2017).

Os resultados também demonstram que o acréscimo na riqueza de espécies de plantas pode ocasionar maior heterogeneidade ambiental e conseqüentemente maior riqueza de espécies de formigas, com florestas nativas tendo maior complexidade estrutural que agroecossistemas, e com as áreas cultivadas também apresentando gradação dessa complexidade (MARTINS et al. 2011; CORRASA (2015). A vegetação nativa e a agrofloresta ofertam então maior diversidade de nichos para as espécies de formigas que nidificam e forrageiam sobre o solo e a estrutura dessas áreas também pode proporcionar microclimas mais adaptáveis para as espécies, além da manutenção da cobertura morta na agrofloresta ser um fator que pode facilitar a existência de maior número de espécies de formigas (DELLA LUCIA & FOWLER,1993; CORASSA et al., 2015; ASFIYA et al., 2015; LUTINSKI et al., 2018).

Segundo Amaral (2019) o plantio de espécies arbóreas simultaneamente com espécies agrícolas, promove maior diversidade de nichos ecológicos disponíveis, aumentando a riqueza de espécies de formigas em áreas cultivadas como a agrofloresta. Já a utilização de inseticidas na fruticultura pode ter acarretado na redução da riqueza de espécies de formigas nessa área, pois Estrada et al. (2019) demonstraram que áreas com cultivo convencional, com uso de inseticidas químicos sintéticos, apresentaram menor riqueza e diversidade de espécies de formigas que áreas com cultivo orgânico. A fruticultura também apresenta menor complexidade estrutural em relação à Reserva Legal e agrofloresta e os resultados também podem estar relacionados com os diferentes sistemas de controle de plantas daninhas através do uso de herbicidas e a utilização de capinas manuais, além da aplicação de inseticidas, e a irrigação com problemas nos gotejadores, deixando o solo sempre encharcado em alguns trechos da fruticultura.

A área de pastagens apresentou menor riqueza de espécies de formigas por apresentar-se como uma área com estrutura simplificada e menos diversificada em comparação com a Reserva Legal e agrofloresta (MATOS et al., 1994). Resultados semelhantes foram encontrados por Cantarelli (2015), onde as pastagens e áreas agricultáveis apresentaram menor riqueza de espécies de formigas comparadas a floresta nativa.

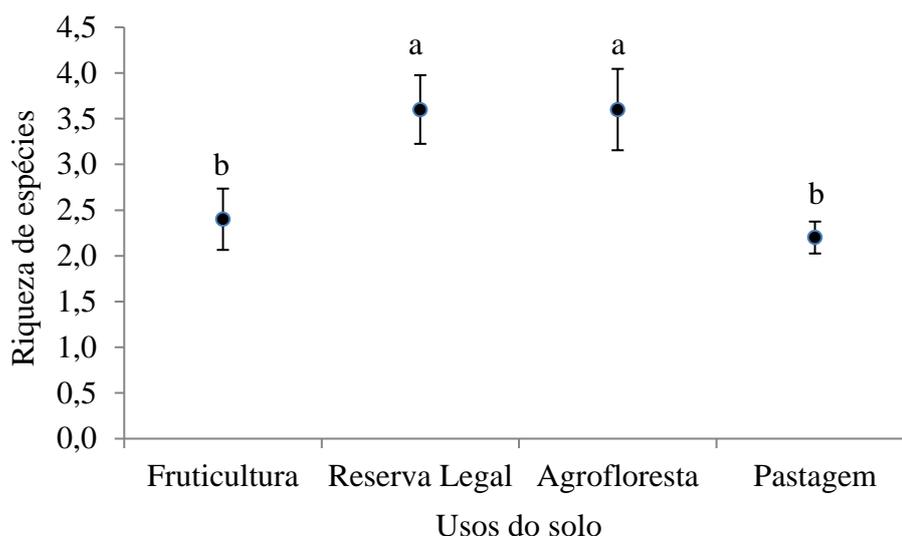


Figura 08. Riqueza de espécies de formigas (média ± EP) coletadas sobre o solo na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais. Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferenças significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.

A riqueza média de espécies de formigas coletadas sobre árvores foi maior na Reserva Legal, contudo não houve diferença significativa entre a riqueza média de espécies das áreas avaliadas (ANCOVA; $F = 2,014$; $p = 0,12$; Figura 09), não sendo influenciada pela altura (ANCOVA; $F = 0,626$; $p = 0,43$) ou CAP (ANCOVA; $F = 0,776$; $p = 0,38$) das árvores. Já Marchiori (2020) observou efeito positivo da altura de árvores do gênero *Citrus* sobre a riqueza de espécies de formigas, não constatando efeito da circunferência do tronco à altura do colo. Em estudos realizados sobre a mirmecofauna presente na arborização urbana, já foi observado efeito da CAP e do diâmetro da copa sobre a riqueza de espécies de formigas (FLORES et al., 2017), e ausência de influência da CAP e do diâmetro da copa sobre a mesma variável (CORIOLANO et al., 2014).

As diferenças na diversidade de espécies vegetais, complexidade estrutural do ambiente e microclima não foram suficientemente relevantes para provocarem diferenças expressivas na riqueza média de espécies de formigas coletada sobre plantas. Desse modo, pode-se inferir que o efeito da variação ambiental entre as áreas foi mais expressivo e notável sobre a fauna de formigas do solo e serapilheira.

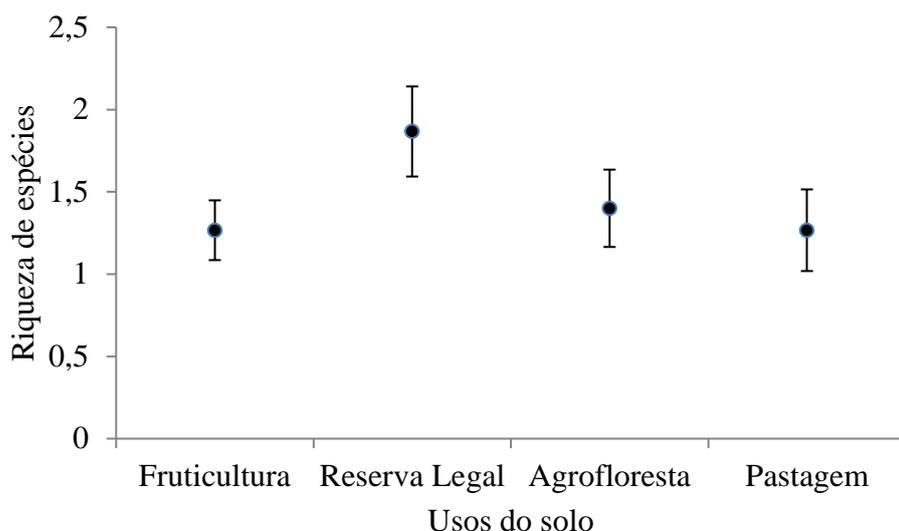


Figura 09. Riqueza de espécies de formigas (média \pm EP) coletadas sobre árvores na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem, na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

A composição de espécies de formigas coletadas no solo foi influenciada pelo tipo de uso do solo (ANOSIM; $R = 0,3182$; $p < 0,01$; Figura 10). Foi observada diferença significativa entre a Reserva Legal e a fruticultura (ANOSIM; $R = 0,42$; $p < 0,01$) e a pastagem (ANOSIM; $R = 0,7$; $p < 0,01$). Também houve diferença entre a fruticultura e a agrofloresta (ANOSIM; $R = 0,364$; $p = 0,02$). Não ocorreu diferença significativa entre a pastagem e a agrofloresta (ANOSIM; $R = 0,35$; $p = 0,09$), entre a fruticultura e pastagem (ANOSIM; $R = 0,146$; $p = 0,16$) e entre a Reserva Legal e a agrofloresta (ANOSIM; $R = 0,106$; $p = 0,23$). A profundidade de serapilheira esteve relacionada principalmente com a composição de espécies na Reserva Legal.

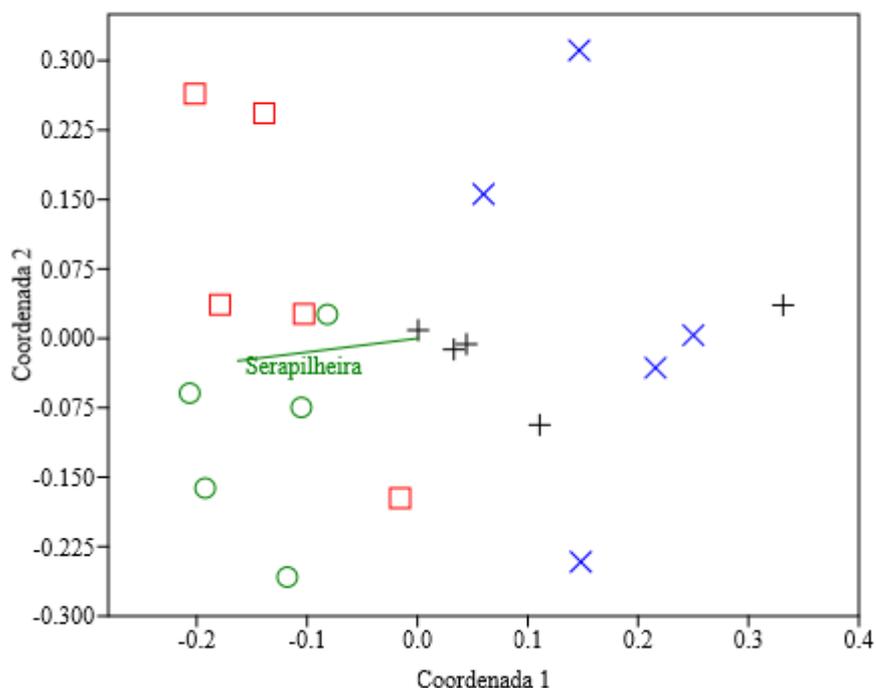


Figura 10. Ordenação Multidimensional Não Métrica com o coeficiente de Jaccard, para a fauna de formigas coletada no solo na fruticultura (+), Reserva Legal (O), agrofloresta (□) e pastagem (X), na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais (Stress = 0,26).

A análise também apontou influência do tipo de uso do solo sobre a composição de espécies de formigas coletadas sobre plantas (ANOSIM; $R = 0,1723$; $P = 0,01$; Figura 11). Porém só houve diferença significativa entre a fruticultura e a Reserva Legal (ANOSIM; $R = 0,296$; $p = 0,047$) e a pastagem (ANOSIM; $R = 0,32$; $p = 0,02$). Assim, não ocorreu diferença significativa entre a agrofloresta e a fruticultura (ANOSIM; $R = 0,108$; $p = 0,15$), a Reserva Legal (ANOSIM; $R = 0,076$; $p = 0,26$) e a pastagem (ANOSIM; $R = 0,08$; $p = 0,23$) e também entre a Reserva legal e a pastagem (ANOSIM; $R = 0,16$; $p = 0,08$). A altura o a CAP das árvores não estiveram relacionadas de forma relevante com a composição de espécies de uma das áreas cultivadas.

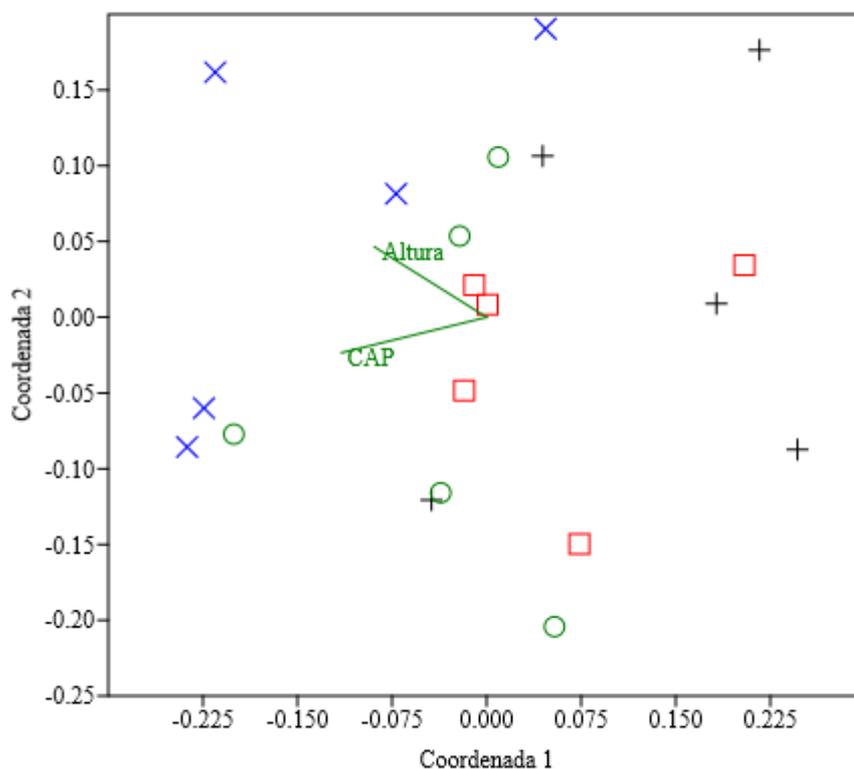


Figura 11. Ordenação Multidimensional Não Métrica com o coeficiente de Jaccard, para a fauna de formigas coletada sobre plantas na fruticultura (+), Reserva Legal (O), agrofloresta (□) e pastagem (X), na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais (Stress = 0,2909).

Sugere-se que sejam realizadas novas pesquisas na Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una e em outras áreas cultivadas, visando ampliar o conhecimento sobre a composição de espécies da mirmecofauna dos diferentes estratos verticais desses ambientes e buscar informações acerca dos fatores ambientais que podem interferir na distribuição da riqueza e diversidade de espécies de formigas em agroecossistemas.

Além disso, é importante ampliar o conhecimento dos efeitos das práticas agrícolas na Fazendinha Experimental sobre as comunidades de formigas, como a aplicação de inseticidas e outros agrotóxicos, inclusive tendo em vista o possível efeito negativo de agrotóxicos sobre a riqueza e a diversidade de espécies de formigas na fruticultura do presente estudo. Assim como avaliar se a irrigação em excesso estaria afetando negativamente a riqueza de espécies de formigas nessa área. Tais pesquisas podem somar aos resultados obtidos no presente estudo para contribuir para a manutenção de uma fauna de formigas mais diversificada nas áreas cultivadas, não apenas colaborando para a proteção da biodiversidade, como também contribuindo para a sustentabilidade da produção agrícola e a menor necessidade de utilização de inseticidas no controle de pragas, visto que diversas espécies de formigas apresentam o papel de predadoras, além de atuarem na ciclagem de nutrientes do solo e até mesmo na polinização de plantas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; BACCARO et al., 2015).

Não obstante, como as formigas são indicadoras de biodiversidade (SILVA & BRANDÃO, 1999; LUTINSKI & GARCIA, 2005), as práticas que propiciem maior riqueza de espécies de formigas em agroecossistemas podem também possibilitar a ocorrência de maior biodiversidade de outros grupos taxonômicos nessas áreas. Embora o objetivo central das áreas cultivadas não seja auxiliar na proteção da biodiversidade vários autores apontam que tais áreas podem ajudar a alcançar esse objetivo (ALMEIDA et al., 2009; AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al., 2019).

Além disso, como já mencionado, o aumento da biodiversidade em áreas cultivadas pode proporcionar benefícios para a produção. Os resultados no presente estudo, assim como outros trabalhos (GOMES et al., 2013; AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al., 2019), apontam que áreas cultivadas com maior heterogeneidade ambiental tendem a apresentar maior biodiversidade. Considerando a hipótese de que o acréscimo de biodiversidade pode acarretar no aumento da sustentabilidade produtiva das áreas cultivadas e até na menor necessidade de insumos externos, como aqueles utilizados com objetivo fitossanitário, pode-se deduzir que o aumento da heterogeneidade ambiental, derivado do plantio de várias espécies de plantas em conjunto e formando vários estratos verticais, pode colaborar para a existência de maior diversidade biológica nas áreas cultivadas, tendo estas, conseqüentemente, tendência a apresentar maior sustentabilidade da produção e capacidade de auto-regulação (ALTIERI et al., 1987; ALTIERI, 2004).

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados pode-se concluir que as áreas com maior diversidade vegetal e, conseqüentemente, maior heterogeneidade ambiental, e onde não são utilizadas práticas de manejo agressivas à mirmecofauna, como o uso de inseticidas, são mais propícias para a manutenção de uma fauna de formigas mais diversificada. Evidencia-se a importância da diversidade vegetal e da presença de variados estratos verticais como fontes de recursos para a mirmecofauna, sendo a diversidade vegetal importante inclusive para as formigas epigéicas.

A profundidade da serapilheira, a altura e a circunferência do tronco das árvores das áreas estudadas não influenciaram a riqueza de espécies da mirmecofauna. Mas os resultados evidenciam que fatores como o número de espécies vegetais e os tratamentos culturais proporcionaram diferenças na riqueza, diversidade e na composição da fauna de formigas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTI, D.; JOHNSON, N. F. **La nueva taxonomía de hormigas**. In: FERNANDEZ, F. (Ed). *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, p. 45-48, 2003.

ALMEIDA, F. S.; QUEIROZ, J. M.; MAYHE-NUNES, A. J. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 14, p. 34-44, ago. 2007.

ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B. Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, n.1, v.1, p.10-32, 2017.

ALMEIDA, M. V. R. de; OLIVEIRA, T. S. de; BEZERRA, A. M. E. Biodiversidade em sistemas agroecológicos no município de Choró, CE, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1080-1087, 2009.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed., Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

ALTIERI, M. A.; ANDERSON, M. K.; MERRICK, L. C. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. **Conservation Biology**. v.1, p.49-58, 1987.

AMARAL, G. C. **Diversidade e Interações ecológicas da fauna de formigas em áreas de cultivo orgânico**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

AMARAL, G. C.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Efeitos de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciência Florestal**, v.29, n. 2, p.660-672, 2019.

ARRUDA, M. B. **Ecosistemas Brasileiros**. Brasília-DF, Ed. Ibama, 51p. 2001.

ASFIYA, W. A. R. A.; LACH, L.; MAJER, J. D.; HETERICK, B. R. I. A. N., & DIDHAM, R. K. Intensive agroforestry practices negatively affect ant (Hymenoptera: Formicidae) diversity and composition in southeast Sulawesi, Indonesia. **Asian Myrmecology**, v.7, n.1, p.87104, 2015.

BACCARO, F. B.; FEITOSA R. M.; FERNANDEZ F.; FERNANDES I. O.; IZZO T. J.; SOUZA J. L. P.; SOLAR R. **Guia para os gêneros das formigas do Brasil**. Manaus: Inpa. 388 p., 2015.

BLAIMER, B. B. Taxonomy and Natural History of the *Crematogaster* (Decacrema)-group (Hymenoptera: Formicidae) in Madagascar. **Zootaxa**. 2714: p.1-39, 2010.

BOLTON, B. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**, v.29, p.1037-1056, 1995.

BOLTON, B. **AntCat. An Online Catalog of the Ants of the World**. <https://antcat.org> (Acesso em 24/10/2020). 2020.

BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C.; GARLET, J.; MACHADO, L. M.; MACHADO, D. D. N.; PEDRON, L., & BOLZAN, L. C. Efeitos de diferentes tipos de controle de plantas infestantes sobre a Mirmecofauna em *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 26, n.1, p.21-34, 2016.

BRAGANÇA, M. A. L. & LIMA, J. D. Composição, abundância e índice de infestação de espécies de formigas em um hospital materno infantil de Palmas, TO. **Neotropical Entomology**, v.39, p.124-130, 2010.

CAMARGO, A. J. Diversidade de insetos em áreas cultivadas e reserva legal: considerações e recomendações. **Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2001.

CAMPANA, D. R. de S.; SAAD, L. P., da SILVA, O. G. M., & de CASTRO MORINI, M. S. Formigas epigeicas (Hymenoptera: Formicidae) em cultivo de cana-de-açúcar sem a queima de palha. **Revista Científica UMC**, v.1, n.1, 2016.

CANTARELLI, E. B.; FLECK, M. D.; GRANZOTTO, F.; CORASSA, J. D. N., & D'AVILA, M. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 607-616, 2015.

COBRAPE. Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico. **Prefeitura Municipal de Bom Despacho**. 2014. Disponível em: <<http://www.bomdespacho.mg.gov.br/wp-content/uploads/2016/09/Plano-Municipal-de-Saneamento-B%3%A1sico.pdf>> Acesso em 02 fev. 2020.

CORASSA, J. D. N.; FAIXO, J. G.; NETO, V. R. A., & SANTOS, I. B. Biodiversidade da mirmecofauna em diferentes usos do solo no Norte Mato-Grossense. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 154-163, 2015.

COROLANO, R. E.; ESTRADA, M. A.; SANTOS, N. T.; CAIXEIRO, L. R.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Mirmecofauna associada à arborização urbana no município de Três Rios, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 4, p. 210-214, 2014.

COSTA, E. M.; ARAUJO, E. L.; FERNANDES, D. R.; SILVA, P. A., & SALES JUNIOR, R. Diversidade e métodos de amostragem de Hymenoptera na cultura da melancia no semiárido. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 257-264, 2016.

DANTAS, K. S. Q.; QUEIROZ, A. C. M.; NEVES, F. S.; JÚNIOR, R. R., & FAGUNDES, M. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em diferentes estratos numa região de transição entre os biomas do Cerrado e da Caatinga no norte de Minas Gerais. **MG Biota**, v.4, p.17-36, 2011.

DEL CLARO, K.; BERTO, V. & RÉU, W. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set on na extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). **Journal of Tropical Ecology**, v.12, p.887-892. 1996.

DELABIE, J. H. C. & FOWLER, H. G. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations, **Pedobiologia**, v. 39, p. 423-433, 1995.

DELGADO-BAQUERIZO, M.; ELDRIDGE, D. J.; HAMONTS, K.; SINGH, B. K. Ant colonies promote the diversity of soil microbial communities. **The ISME journal**, v.13, n.4, p.1114-1118, 2019.

DELLA LUCIA, T. M. C.; FOWLER, H. G. **As formigas cortadeiras**. Sociedade de Investidores Florestais, 1993. 262p., 1993.

DELLA LUCIA, T. M. C. **Formigas cortadeiras: da biotecnologia ao manejo**. Ed. UFV. Viçosa MG. 421p. 2011.

ESTRADA, M. A.; CORIOLANO, R. E.; SANTOS, N. T.; CAIXEIRO, L. R.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Influência de Áreas Verdes Urbanas sobre a Mirmecofauna. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 162-169, 2014.

ESTRADA, M. A.; DE ALMEIDA, Â. A.; VARGAS, A. B., & ALMEIDA, F. S. Diversidade, riqueza e abundância da mirmecofauna em áreas sob cultivo orgânico e convencional. **Acta Biológica Catarinense**, v.6, n.2, p.87-103, 2019.

ESTRADA, M. A. **A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2017.

FLORES, W. A.; CORTINES, E.; ALMEIDA, A. A.; VARGAS, A. B. ALMEIDA, F. S. fatores que influenciam a fauna de formigas que forrageia sobre *Bauhinia monandra* KURZ. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em área urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.12, n.2, p. 16-26, 2017.

FOLGARAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.1221-1244, 1998.

FOWLER, H. G., et al. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A. R. & PARRA, J. R. P. (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Manole, São Paulo, p.131-209, 1991.

GIESEL, A.; BOFF, P.; BOFF, M. I. C.; FERNANDES, P. Ocorrência de formigas cortadeiras em campos de altitude no sul do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n.8, p. e839986365-e839986365, 2020.

GOMES, D. S.; ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B.; QUEIROZ, J. M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, p. 104-109, 2013.

GOMES, L., DESUÓ, I. C., GOMES, G., & GIANNOTTI, E. Behavior of *Ectatomma brunneum* (Formicidae: Ectatomminae) preying on dipterans in field conditions. **Sociobiology**, v. 53, n. 3, p. 913-926, 2009.

GUARDA, C.; LUTINSKI, J. A.; BUSATO, M. A.; GARCIA, F. R. M. Assembleia de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em ambientes escolares urbanos. **Revista NBC**, v.8, n.15, 2018.

HAMMER, O.; HARPER D. A. T.; RYAN. P. D. PAST – Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.41, n.1, p.1-9, 2001.

HÖLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 732p. 1990.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2019. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/bom-despacho/panorama>>. Acesso em 10 jan. 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. IBGE, Censo Agropecuário 2017-Resultados definitivos. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/bom-despacho/pesquisa/24/76693>> Acesso em 02 fev. 2020.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Brasil, **Banco de dados meteorológicos**. Estação automática de Divinópolis, Minas Gerais 2020. Disponível em: <https://www.bdmeq.inmet.gov.br> Acesso em 27.02.2021

LAZZARI, E.; FERNANDES, J. V. M.; CARVALHO, R. I. N., & JUNIOR, A. R. P. Natural Biocide for Combating Lest Cutting Ants. **Brazilian Journal of Technology**, v. 2, n. 1, p. 513-522, 2019.

LEAL, I. R. Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da Caatinga. **Ecologia e conservação da caatinga**, v. 1, p. 435-461, 2003.

LOECK, A. E.; GRUTZMACHER, D.; COIMBRA, S. Ocorrência de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* nas principais regiões agropecuárias do Rio Grande do Sul. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 9, n. 2, 2003.

LOPES, D. T. J.; LOPES, I. C.; NASCIMENTO & J. H. DELABIE. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em três ambientes no Parque Estadual da Mata dos Godoy, Londrina, Paraná. Iheringia, **Série Zoológica**, v. 100, n. 1, p. 84-90, 2010.

LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 73-86, 2005.

LUTINSKI, J. A.; GUARDA, C.; LUTINSKI, C. J.; DORNELES, F. E.; PEDROSO, J.; BUSATO, M. A., & GARCIA, F. R. M. Assembleias de formigas (Hymenoptera: Formicidae) respondem ao processo de recuperação de áreas de preservação permanente? **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** (Online), n. 50, p. 112-127, 2018.

MACEDO, L. P. M. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos da mata atlântica do estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração: Entomologia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Brasil. 2004.

MAKAY, W. P.; LÓPEZ-CASTRO, C.; FERNÁNDEZ, F. A new, high altitude Colombian species of the ant genus *Camponotus* with dimorphic males and females. **Sociobiol**, v. 40, p. 421-430, 2002.

MARCHIORI, J. J. P. **Mirmecofauna e suas interações com hemípteros fitófagos em áreas cultivadas**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2020.

MARINHO, C. G.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H.; SCHLINDWEIN, M. N., & RAMOS, L. D. S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p.187-195. 2002.

MARTINS, L.; ALMEIDA, F. S.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; VARGAS, A. B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.2, p.174-179, 2011.

MATOS, J. Z.; YAMANAKA, C. N.; CASTELLANI, T. T.; LOPES, B. C. Comparação da fauna de formigas de solo em áreas de plantio de *Pinus elliotti*, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, v.7, p.57-64, 1994.

MIGUEL, T. B.; DEL-CLARO, K. Polietismo etário e repertório comportamental de *Ectatomma opaciventre* Roger, 1861 (Formicidae, Ponerinae). **Rev. bras. Zootecias**, Juiz de Fora, n. 2, v.7, dez. 2005. Disponível em:<<http://www.leci.ib.ufu.br/pdf/Ectatomma%20Barros%20Miguel%20e%20Del%20Claro.pdf>>. Acesso em: 24/10. de 2020.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, BRASIL. **Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Brasília; 2011. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/macrozee-da-bacia-do-s%C3%A3o-francisco/item/10439>> Acesso em 29 jan. 2020.

MORAIS, H. C. **Estrutura de uma comunidade arborícola em vegetação de campo de cerrado**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1980.

MOREAU, C. S. Unraveling the evolutionary history of the hyperdiverse ant genus *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 48, n. 1, p. 224-239, 2008.

MUELLER, U. G.; ISHAK, H. D.; BRUSCHI, S. M.; SMITH, C. C.; HERMAN, J. J.; SOLOMON, S. E.; RODRIGUES, A. Biogeography of mutualistic fungi cultivated by leafcutter ants. **Molecular Ecology**, v. 26, n. 24, p. 6921-6937, 2017.

NADAI, J.; MAGISTRALI, I.; MORENO, J. C.; CORASSA, A. Efeito de iscas formicidas granuladas sobre a biodiversidade de mirmecofauna não alvo em serapilheira de eucalipto no Estado do Mato Grosso. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n.1, p. 35-42, 2012.

NADKARNI, N.M. Diversity of species and interactions in the upper tree canopy of forest ecosystems. **American Zoologist**, v. 34, n. 1, p. 70-78, 1994.

NEVES, F. de S.; BRAGA, R. F.; MADEIRA, B. G. Diversidade de formigas arborícolas em três estágios sucessionais de uma floresta estacional decidual no norte de Minas Gerais. **Unimontes Científica**, v. 8, n. 1, p. 59-68, 2006.

OLIVEIRA, M. F. & CAMPOS-FARINHA, A. E. C. Formigas urbanas do município de Maringá, PR, e suas implicações. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, p. 33-39, 2005.

OLIVEIRA, P. S. **Sobre a interação de formigas com o Pequi do cerrado, *Caryocar brasiliensis* Camb. (Caryocaraceae): o significado ecológico de nectários extraflorais**. (Tese de Doutorado) Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1988.

OLIVEIRA, R. F.; ALMEIDA, L. C.; SOUZA, D. R.; MUNHAE, C. B.; BUENO, O. C.; MORINI, M. S. C. Ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) and predation by ants on the different stages of the sugarcane borer life cycle. **European Journal Entomology**, v. 109, p. 381-387, 2012.

OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; LOYOLA, R. D.; VARGAS, A. B. Armadilhas de dossel: uma técnica para amostrar formigas no estrato vertical de florestas. **Neotropical Entomology**, v.38, n.5, p.691-694, 2009.

PAOLUCCI, L. N.; SCHOEREDER, J. H.; BRANDO, P. M.; ANDERSEN, A. N. Fire-induced forest transition to derived savannas: Cascading effects on ant communities. **Biological conservation**, v. 214, p. 295-302, 2017.

PIC, M. **Fatores locais estruturadores da riqueza de espécies de formigas arborícolas em Cerrado**. 2001. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, 2001.

PIE, M. R. 2004. Foraging ecology and behaviour of the Ponerinae ant *Ectatomma opaciventre* Roger in a Brazilian savanna. **Journal of Natural History**, v. 38, p. 717-729, 2004.

QUEIROZ, J. M.; ALMEIDA, F. S.; PEREIRA, M. P. S. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Agroecossistemas. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 13, n. 2, p. 37-45, dez. 2006.

RAMOS, L. D. S.; MARINHO, C. G.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H., & SCHLINDWEIN, M. N. Impacto de iscas formicidas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 231-237, 2003a.

RAMOS, L. D. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H.; LACAU, S.; DOS SANTOS, M. D. F. S.; DO NASCIMENTO, I. C., & MARINHO, C. G. S. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado “stricto sensu” em Minas Gerais. **Lundiana**, v. 4, n. 2, p.95-102, 2003b.

RAMOS, L. D. S.; ZANETTI, R.; MARINHO, C. G. S.; DELABIE, J. H. C.; SCHLINDWEIN, M. N., & ALMADO, R. D. P. Impacto das capinas mecânica e química do sub-bosque de *Eucalyptus grandis* sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 139-146, 2004.

RODRIGUES, F.P. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em cultivos consorciados de café conilon (*Coffea canefora* Pierre ex Froehner). **Revista Científica UMC**, v. 4, n. 3, 2019.

RONQUE, M. U.; FOURCASSIÉ, V.; OLIVEIRA, P. S. Ecology and field biology of two dominant *Camponotus* ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Brazilian savannah. **Journal of natural history**, v. 52, n. 3-4, p. 237-252, 2018.

ROSADO, J.; GONÇALVES, M.; FEITOSA, R.; DRÖSE, W.; KRÜGER, R.; SILVA, E. E., & LOECK, A. Epigeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in vineyards and grassland areas in the Campanha region, state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Check List**, v.8, p. 1184, 2012.

SALAS-LOPEZ A.; MICKAL H.; HOUADRIA M.; MENZEL F.; ORIVEL J. Ant-mediated ecosystem processes are driven by trophic community structure but mainly by the environment. **Oecologia**, v. 183, n.1, p. 249–261, 2017.

SANO, S. M. & ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado: ambiente e flora**, Ed. Planaltina, Brasília, DF, 556 p. 1998.

- SANTOS M. S.; LOUZADA J. N. C.; DIAS N.; ZANETTI R.; DELABIE J. H. C.; NASCIMENTO I. C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 96, n. 1, p. 95-101, 2006.
- SAPORETTI J. R. A.W.; MEIRA NETO, J. A. A., & ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 905-910, 2003.
- SILVA, A. F. DA; DE CARVALHO, Y. C.; COSTA, S. J. M.; DE OLIVEIRA, L. R.; DA SILVA NOVATO, T.; DE ALMEIDA, N. G., & Brugiolo, S. S. S. Fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 19, n. 1, 2018.
- SILVA, A. V. R. da; ALVES, M. D. M. F.; PEREIRA, A. C. F., & LOPES, J. M. D. S. Disseminação de bactérias por formigas em ambiente hospitalar de Guanambi-BA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68822-68841, 2020.
- SILVA, R. R.; BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v.12, n.2, p.55-73. 1999.
- TIBCHERANI, M.; NACAGAVA, V. A. F.; ARANDA, R., & MELLO, R. L. Review of ants (Hymenoptera: Formicidae) as bioindicators in the Brazilian Savanna. **Sociobiology**, v. 65, n. 2, p. 112-129, 2018.
- TRAGER, J. C. A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). **Journal of the New York Entomological Society**, p. 141-198, 1991.
- VARGAS, A. B.; AMARAL, G. C.; ALMEIDA, F. S. Quais fatores influenciam a riqueza de espécies de formigas na serapilheira: frequência ou riqueza de plantas? **Acta Scientiae et Technicae**, v. 5, p. 7-10, 2017.
- VICENTE, R. E.; FERREIRA-SILVA, D.; GUERREIRO DE LIMA, M. New records of three Neotropical arboreal ant species of *Camponotus*, subgenus *Dendromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) for the southern Amazon, including biological information. **Acta Amazonica**, v. 49, n. 1, p. 36-40, 2019.
- WILSON, E. O. La hiperdiversidad como fenómeno real: el caso de *Pheidole*. 363-369. **Fernández, F. (Ed.)**, 2003.
- WILSON, E. O. Which are the most prevalent ant genera? **Studia Entomologica**, v. 19, p. 187-200, 1976.
- WINK C.; GUEDES J. V. C.; FAGUNDES C. K.; ROVEDDER A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. 2005.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DO TIPO DE USO DO SOLO SOBRE AS GILDAS DE FORMIGAS

RESUMO

As guildas são consideradas como unidades estruturais de ecossistemas que são constituídas por grupos de espécies que exploram os mesmos recursos de maneira semelhante. Esse capítulo teve como objetivo estudar as guildas das formigas em diferentes usos do solo. O estudo foi conduzido na área da Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais. As amostragens dos formicídeos foram realizadas em quatro áreas, representativas de um gradiente de diversidade vegetal: sistema agroflorestal (agrofloresta); área cultivada com espécies frutíferas (fruticultura); pastagem (pasto agroecológico); e uma Reserva Legal (floresta nativa do Bioma Cerrado). Para a coleta das formigas foram utilizadas 15 armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas em cada área, a dez metros de distância entre si, estando ativas por 48 horas. As espécies de formigas foram separadas em guildas e quando não foi possível realizar a identificação ao nível de espécie foram utilizadas as informações sobre os gêneros para a classificação. Foi obtida a frequência de ocorrência nas armadilhas e a riqueza de espécies nas guildas de formigas em cada área estudada. Foram identificadas cinco guildas de formigas nas áreas estudadas. A guilda que apresentou o maior número de espécies foi ‘Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira’ (16 espécies), seguida de ‘Onívoras e detritívoras de serapilheira (15 espécies), Dominantes de solo ou serapilheira e Arborícolas onívoras (5 espécies cada), e por fim Predadoras generalistas de serapilheira (4 espécies). Na agrofloresta a guilda Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira apresentou a maior riqueza de espécies (10 espécies), enquanto a guilda com maior riqueza de espécies na Reserva Legal e pastagem foi a Onívoras e detritívoras de serapilheira, com 10 e 8 espécies, respectivamente. Na fruticultura ambas as guildas acima citadas apresentaram seis espécies. A Reserva Legal e a agrofloresta foram as áreas com maior riqueza de espécies da guilda Predadoras generalistas de serapilheira e também foram as áreas com maior frequência absoluta de ocorrência de formigas dessa guilda. Não houve diferença significativa nas proporções da riqueza de espécies por guilda nas diferentes áreas ($\chi^2 = 5,462$; $p = 0,94$). Porém, a distribuição de frequência de ocorrência, indicativo de abundância das espécies de formigas, das guildas foi influenciada pelo tipo de uso do solo ($\chi^2 = 35,173$; $p < 0,01$). Assim, a abundância relativa das diferentes guildas foi influenciada pelo tipo de uso de solo, com possíveis efeitos sobre as funções ecológicas da mirmecofauna, incluindo aquelas com importância para a produção agrícola.

Palavras-chave: biodiversidade, Formicidae, funções ecológicas.

ABSTRACT

Guilds are considered structural units of ecosystems that consist of groups of species that exploit the same resources in a similar way. This chapter aimed to study the guilds of ants in different land uses. The study was conducted in the Fazendinha Experimental of the Centro Universitário Una, city of Bom Despacho, Minas Gerais State. To obtain a gradient of plant diversity, the samples were carried out in four areas: agroforestry system (agroforestry); area cultivated with fruit trees (fruit growing); a pasture (agroecological pasture); and a legal reserve (native forest). For the collection of ants, 15 soil traps and the same number of tree traps in each area were used, ten meters away from each other, being active for 48 hours. The ant species were separated into guilds and when it was not possible to perform the identification at the species level, information about the genera was used for classification. The frequency of occurrence in the traps and the species richness in the ant guilds in each area studied were obtained. Five guilds of ants were identified in the areas studied. The guild with the highest number of species were Soil or litter dominant true omnivorous (16 species), followed by Litter omnivores and scavengers (15 species), Soil or litter dominants and Arboreal omnivorous (5 species each), and Litter generalist predators (4 species). In agroforestry, the guild Soil or litter dominant true omnivorous presented the highest species richness, while the guild with the highest species richness in legal reserve and pasture was the Litter omnivores and scavengers. In fruit growing, both guilds mentioned above presented six species. It was observed that there was no significant difference in the proportions of species richness per guild in the different areas ($\chi^2 = 5.462$; $p = 0.94$). However, the frequency of occurrence distribution, indicative of abundance of ant species, of guilds was influenced by the type of land use ($\chi^2 = 35.173$; $p < 0.01$). Thus, the relative abundance of the different guilds was influenced by the type of land use, with possible effects on the ecological functions of the mirmecofauna, including those of importance for agricultural production.

Key Word: biodiversity, ecological functions, Formicidae.

1 INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas têm modificado expressivamente a paisagem, com efeitos que incluem a simplificação e destruição de ecossistemas naturais com relevante diversidade biológica, como as florestas tropicais e savanas (ALMEIDA & VARGAS, 2017; ALMEIDA, 2020). Vários estudos abordaram os efeitos da substituição de ecossistemas naturais por agroecossistemas sobre a biodiversidade, focando geralmente na diversidade taxonômica (MARTINS et al., 2011; GOMES et al., 2013; AMARAL et al., 2019). Contudo, a influência da simplificação do ambiente na biodiversidade também pode acarretar em alterações nas funções ecológicas desempenhadas pelas comunidades biológicas, com consequências nos serviços ecossistêmicos (ALMEIDA & VARGAS, 2017).

As guildas são consideradas como unidades estruturais de ecossistemas, constituídas como grupos de espécies que exploram os mesmos recursos e de maneira semelhante (SIMBERLOFF & DAYAN, 1991; KORAN & KROPIL, 2014). Dessa forma, as espécies são agrupadas em guildas basicamente em função dos recursos utilizados e da maneira como utilizam tais recursos, ocorrendo competição entre espécies de uma guilda (DELABIE et al., 2015). A caracterização e utilização das guildas em estudos comparativos possibilita avaliar como as características dos ambientes influenciam as funções ecológicas desempenhadas pelos diferentes grupos de organismos, tendo em vista a relação funcional entre as espécies de uma guilda (ROOT, 1967; SIMBERLOFF & DAYAN, 1991; BOSCARDIM et al., 2014; MACEDO et al., 2011).

A família Formicidae apresenta uma vasta gama de comportamentos, com relevante diversidade de hábitos alimentares, de forrageamento e de nidificação, ocasionando a existência de diferentes guildas (GARCIA-CÁRDENAS et al., 2018; ARENAS-CLAVIJO & ARMBRECHT, 2018; ASSIS et al., 2018; APOLINÁRIO et al., 2019).

Plantas e diversos grupos de animais, como os artrópodes e até mesmo vertebrados, podem ser influenciados por guildas de formigas, em função da existência de diversos tipos de interações ecológicas entre formigas e outros organismos, incluindo a predação, a polinização e outras interações mutualísticas (ESTRADA, 2017; DIAMÉ et al., 2018). As guildas de formigas podem ser influenciadas por variados fatores (SILVESTRE & SILVA, 2001; BRANDÃO et al., 2012; ASSIS et al., 2017), especificamente nas áreas cultivadas, a estrutura do agroecossistema e os tratos culturais podem ser relevantes (LACAU et al., 2008; KONE et al., 2012; DIAS et al., 2013; ESTRADA, 2017; GARCIA-CÁRDENAS et al., 2018; TRIYOGO et al., 2020), podendo comprometer as funções ecológicas desempenhadas pelas guildas (BOSCARDIN et al., 2014; KNOW et al., 2014; ASSIS et al., 2018).

Estudos realizados em diferentes regiões avaliaram a composição das guildas de formigas em diferentes usos da terra, como em fragmentos florestais da Mata Atlântica (MACEDO et al., 2011; WAZEMA et al., 2019), cultivo de café e pastagem na Mata Atlântica (DIAS et al., 2013); monocultivo de café na Colômbia (GARCIA-CÁRDENAS et al., 2018), policultivo de banana, milho, inhame, cacau e floresta nativa na África (KONE et al., 2012), floresta modificada na Coreia do Sul (KWON et al., 2014), agrofloresta na Indonésia (TRİYOGO et al., 2020) e pastagem, eucaliptal e floresta secundária no Estado do Rio de Janeiro (APOLINÁRIO et al., 2019). Entretanto, poucos estudos avaliaram as guildas de formigas em diferentes usos da terra no Cerrado (LACAU et al., 2008). É importante ressaltar que o uso de guildas de formigas associado ao conhecimento de outros artrópodes, consiste em ferramenta relevante para o manejo do ambiente, por possibilitar compreender os efeitos das variações ambientais na biodiversidade (LACAU et al., 2008; BOSCARDIN et al., 2014).

Além disso, o conhecimento acerca da influência do uso do solo e das práticas agrícolas sobre as guildas ou grupos funcionais de formigas pode ser útil para maximizar os benefícios advindos das atividades das formigas, como a predação de insetos praga, e minimizar os problemas causados pelas formigas danosas para a produção agrícola (ESTRADA, 2017; APOLINÁRIO et al., 2019). As formigas exercem respostas rápidas a diferentes mudanças no seu habitat, como as derivadas do corte das árvores, de práticas culturais, uso do fogo e de mudanças no uso do solo (KWON et al., 2014; ESTRADA, 2017; APOLINÁRIO et al., 2019).

Desse modo, este capítulo teve como objetivo estudar as guildas das formigas em diferentes usos do solo, incluindo áreas cultivadas com diferentes níveis de heterogeneidade do ambiente e uma mata nativa do Bioma Cerrado. A hipótese básica testada foi a de que as guildas de formigas são influenciadas pelo tipo de uso do solo, em decorrência das variações ambientais e dos diferentes tratos culturais utilizados nas áreas cultivadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A coleta de dados foi realizada em áreas cultivadas da Fazendinha Experimental da Faculdade Una, campus Antônio Lisboa Guerra Neto, no município de Bom Despacho (45°14' W; 19°47'S), Mesorregião Central Mineira, Estado de Minas Gerais, que se encontra no Bioma Cerrado “stricto sensu”. Com uma área 11,7 ha, a Fazendinha Experimental do Centro Universitário Una, apresenta áreas com cultivos agrícolas e florestais e a criação de animais.

As formigas foram coletadas no sistema agroflorestal, na área de fruticultura, na pastagem agroecológica e na Reserva Legal. O sistema agroflorestal (agrofloresta; 1,0 ha) possui diversas espécies arbóreas nativas do cerrado e o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). A fruticultura (0,27 ha) apresenta área cultivada com espécies frutíferas: figo (*Ficus carica* L.); banana (*Musa* spp.); mamão (*Carica papaya* L.); goiaba (*Psidium guajava* L.); laranja (*Citrus sinensis* L.); limão (*Citrus limon* L.); manga (*Mangifera indica* L.); maracujá (*Passiflora edulis* Sims.) e pitaya (*Hylocereus undatus* Haw.). O pasto agroecológico é uma área utilizada para criação de bovinos e equinos (1,2 ha) e possui a espécie capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) e algumas árvores nativas do Cerrado. A Reserva Legal (floresta nativa; 2,7 ha) possui diversas espécies arbóreas típicas do Cerrado, descritas no CAPÍTULO I.

2.2 Coleta de dados

A coleta da mirmecofauna foi realizada com armadilhas de queda tipo *pitfall*, tanto de solo quanto arbóreas, conforme descritas no CAPÍTULO I. As armadilhas foram confeccionadas com copos plásticos de 300 mL, dentro dos mesmos foram alocados copos de 50 mL contendo iscas de sardinha e mel. Como líquido conservante 100 mL de álcool a 70% foi alocado no copo de 300 mL. Para a coleta em cada área cultivada do presente estudo foram utilizadas 15 armadilhas de solo e o mesmo número de armadilhas arbóreas. A preparação dos *pitfalls* arbóreos foi baseada em Flores et al. (2017) e Oliveira-Santos et al. (2009), sendo fixados a cerca de 1m de altura no tronco das plantas. A distância entre as armadilhas foi de 10 m e ficaram instaladas no campo por 48h. Após esse tempo, o conteúdo das armadilhas foi disposto em frascos contendo álcool 70% e com etiquetas para a correta identificação da origem. Para a identificação das formigas operárias ao nível de gênero foram utilizadas as chaves que constam em Baccaro et al. (2015) e em seguida foi realizada a separação das

formigas de cada gênero em morfoespécies. Para a identificação ao nível de espécie foram utilizados trabalhos contendo chaves de identificação de espécies de cada gênero de formigas e também foram realizadas comparações com formigas operárias previamente identificadas, procedimentos regularmente utilizados em levantamentos da mirmecofauna (FLORES et al. 2017; AMARAL et al., 2019; ESTRADA et al. 2019).

As espécies de formigas foram separadas em guildas e quando não foi possível realizar a identificação ao nível de espécie foram utilizadas as informações sobre os gêneros para a classificação, procedimento também adotado por outros autores (SILVESTRE & SILVA, 2001; GROC et al., 2014; APOLINÁRIO et al. 2019). Para a classificação em guildas foi adotada a metodologia indicada por Apolinário et al. (2019), cuja base foram classificações propostas anteriormente (DELABIE et al., 2000; SILVESTRE & SILVA, 2001; GROC et al., 2014; PEREIRA et al., 2016). Cabe ressaltar que a maioria das espécies de formigas apresenta hábitos alimentares, de forrageamento e de nidificação bastante variados (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; BACCARO et al., 2015), com a classificação em guildas sendo baseada nos hábitos mais frequentes e importantes das espécies ou gêneros.

2.3 Análise dos dados

Foi obtida a frequência de ocorrência nas armadilhas e a riqueza de espécies nas guildas de formigas em cada área estudada. A frequência de ocorrência nas armadilhas é utilizada como um indicativo de abundância em estudos da mirmecofauna (ESTRADA et al., 2014; ESTRADA et al., 2019). As diferenças nas proporções observadas foram testadas utilizando-se o teste de Qui-Quadrado, conforme realizaram Apolinário et al. (2019) para guildas e Pereira et al. (2016) para grupos funcionais de formigas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas formigas pertencentes a cinco guildas (Tabela 3). A guilda que apresentou o maior número de espécies foi Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira (16 espécies), seguida de Onívoras e detritívoras de serapilheira (15 espécies), Dominantes de solo ou serapilheira e Arborícolas onívoras (5 espécies cada) e Predadoras generalistas de serapilheira (4 espécies).

Aproximadamente 63% das espécies de formigas descritas do mundo habitam o solo e/ou a serrapilheira (WALL & MORE, 1999) pois encontram na interface solo-serapilheira locais para nidificação e alimento (SILVA & SILVESTRE, 2004; BACCARO et al., 2015). Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores, em relação a maior riqueza de espécies em guildas ou grupos funcionais associados ao solo e serapilheira (CORRÊA et al. 2006; PEREIRA et al., 2016; ESTRADA, 2017; MARCHIORI, 2020).

Marchiori (2020), em um levantamento da fauna de formigas em ambientes cultivados, utilizando a coleta manual das formigas, observou a ocorrência de quatro grupos funcionais, onde o grupo Onívoras que habitam o solo e a serapilheira apresentou maior riqueza de espécies, seguido por Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas, resultado semelhante ao encontrado em áreas cultivadas com o sistema orgânico e convencional de produção por Estrada (2017).

Apolinario et al. (2019), em estudo conduzido em pastagem, eucaliptal e floresta nativa de Mata Atlântica, descreveu que a guilda Onívoras e detritívoras de serapilheira obteve o maior número de espécies, seguida por Onívoras verdadeiras dominantes do solo ou serapilheira. Além das guildas observadas no presente estudo, identificaram formigas de três outras guildas:

Predadoras crípticas de solo; Cultivadoras de fungos; e Cortadeiras. Esses autores utilizaram armadilhas tipo *pitfall* apenas no solo, não coletando sobre plantas.

Ainda assim, é provável que a quantidade de guildas encontrada no presente estudo seria maior caso fossem utilizadas outras técnicas de coleta, como a coleta manual (MARCHIORI, 2020), com iscas atrativas ou busca limitada por tempo, o extrator de serapilheira de Winkler (WAZEMA et al., 2019), armadilhas subterrâneas ou a coleta direta de amostras de solo (ARENAS-CLAVIJO & ARMBRECHT, 2018).

Formigas hipogéicas e formigas com comportamento críptico são difíceis de serem coletadas com armadilha tipo *pitfall* (SILVESTRE e SILVA 2001). Cabe ainda reforçar que não foram coletadas espécies de formigas cultivadoras de fungos, incluindo as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*. A utilização de inseticidas para o controle dessas espécies pode explicar, em parte, esse resultado, além de tais espécies provavelmente não serem atraídas pela isca de sardinha e mel utilizada nas armadilhas.

Tabela 3. Guildas e espécies de formigas em áreas cultivadas no município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

Guildas de Formigas	Espécies de Formigas
Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira	<i>Brachymyrmex</i> sp.1, <i>Brachymyrmex</i> sp.2, <i>Camponotus melanoticus</i> (Emery, 1894), <i>Camponotus</i> sp.2, <i>Camponotus</i> sp.3, <i>Camponotus</i> sp.4, <i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775), <i>Camponotus</i> sp.7, <i>Camponotus prox. renggeri</i> (Emery, 1894), <i>Camponotus</i> sp.9, <i>Camponotus</i> sp.10, <i>Camponotus crassus</i> (Mayr, 1862), <i>Camponotus</i> sp.13, <i>Camponotus</i> sp.14, <i>Nylanderia</i> sp.1, <i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863).
Onívoras e detritívoras de serapilheira	<i>Dorymyrmex</i> sp.1, <i>Dorymyrmex</i> sp.2, <i>Linepthema</i> sp.1, <i>Pheidole</i> sp.1, <i>Pheidole</i> sp.2, <i>Pheidole</i> sp.3, <i>Pheidole</i> sp.4, <i>Pheidole</i> sp.5, <i>Pheidole</i> sp.6, <i>Pheidole</i> sp.7, <i>Pheidole</i> sp.8, <i>Pheidole</i> sp.9; <i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855) <i>Solenopsis</i> sp.1, <i>Solenopsis</i> sp.2.
Dominantes do solo ou serapilheira	<i>Ectatomma brunneum</i> (Smith, 1858), <i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863), <i>Ectatomma permagnum</i> (Forel, 1908), <i>Odontomachus</i> sp.1, <i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905).
Arborícolas onívoras	<i>Azteca</i> sp.1, <i>Crematogaster</i> sp.1, <i>Crematogaster</i> sp.2, <i>Crematogaster</i> sp.3; <i>Pseudomyrmex prox. gracilis</i> (Fabricius, 1804).
Predadoras generalistas de serapilheira	<i>Anochetus</i> sp.1, <i>Neoponera</i> sp.1, <i>Neoponera</i> sp.2, <i>Pachycondyla striata</i> (Smith, 1858).

As Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira, sendo representadas nesse estudo pelos gêneros *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Nylanderia* e *Wasmannia*, são espécies de formigas encontradas em diversos habitats, desde ambientes desérticos, campos, savanas,

ambientes florestais, áreas verdes urbanas e agroecossistemas (HOSOISHI et al., 2017; RODRÍGUEZ-DE LEÓN et al., 2019; ESTRADA et al., 2019). Elas nidificam no solo, entre as folhas da serapilheira, no interior de galhos, tronco ou frutos caídos sobre o solo ou embaixo de pedras e forrageiam no solo, em meio à serrapilheira ou ainda na vegetação (BACCARO et al., 2015). Como mencionado, algumas espécies são adaptadas a ambientes antropizados como residências, podem estar associadas à arborização urbana, áreas degradadas e são gêneros comumente observados em áreas cultivadas (BACCARO et al., 2015; GRACIA-CÁRDENAS et al., 2018; RODRÍGUEZ-DE LEÓN et al., 2019).

As formigas do gênero *Camponotus*, desempenham importante papel ecológico e são notáveis, inclusive no Cerrado brasileiro (BACCARO et al., 2015). São consideradas oportunista e generalistas em relação ao hábito de nidificação e alimentar (RONQUE et al., 2018). Alimentam-se inclusive de exsudado de plantas e insetos, podendo se associar com hemípteros fitófagos para se alimentar do *honeydew* e utilizar os nectários florais ou frutas sobre o solo (FOWLER et al., 1991; ORR & CHARLES, 2007; RONQUE et al., 2018). Os locais de nidificação incluem o solo, troncos caídos sobre o solo e podem nidificar sobre as plantas e seus ninhos podem ser usados por outros artrópodes como baratas e traças, e algumas espécies causam danos a apiários (BACCARO et al., 2015).

A espécie *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) é descrita como uma importante predadora e, devido a predação de espécies nativas em locais em que foi introduzida, é apontada como causadora de redução da biodiversidade de ecossistemas (LE BRETON et al., 2003). Segundo Armbrrecht & Ulloa-Chacón (2003), essa espécie pode ter interações mutualistas com alguns hemípteros da família Pseudococcidae, causando problemas para diversas culturas (VELASCO et al., 2010). Ou seja, é uma espécie de importância econômica, pois causa danos a ecossistemas naturais e áreas cultivadas (PASSERA, 1994).

As formigas Onívoras e detritívoras de serapilheira, representadas nesse estudo principalmente pelos gêneros *Dorymyrmex* e *Pheidole*, são abundantes e, entre os motivos para tal, está a utilização de várias fontes de alimento e locais para preparação do ninho (PEREIRA et al., 2016). O gênero *Pheidole* possui espécies que realizam dispersão de sementes e também interagem com hemípteros fitófagos (BACCARO et al., 2015). Seu hábito alimentar inclui a predação, coletando inclusive insetos que causam prejuízos a plantas cultivadas (HERNÁNDEZ et al., 2008).

Espécies do gênero *Dorymyrmex* são frequentemente presentes em áreas antropizadas com locais abertos (BACCARO et al., 2015), como em áreas cultivadas (ESTRADA et al., 2019). Podem utilizar para a alimentação os nectários florais e extraflorais e o *honeydew* de hemípteros (KAY, 2004). A saber, a espécie *Dorymyrmex pyramicus* (Roger), em estudo realizado por Hernández et al. (2008), foi observada predando ovos de percevejos da família Pentatomidae, que são pragas da soja.

Espécies do gênero *Solenopsis* são descritas também como “onívoras da serapilheira” (DELABIE & FOWLER, 1995; DELABIE et al 2000). São espécies que nos ecossistemas terrestres se mantêm com alta abundância e larga distribuição, com integrações agressivas e onivoria acentuada (WILSON, 1976; FOWLER et al., 1991; DELABIE et al., 2000). Um exemplo é a espécie *Solenopsis invicta* (Buren,1972), conhecida como formiga-lava-pés, que se trata de uma voraz predadora que ataca diversos artrópodes e até mesmo alguns vertebrados (MORRISON, 2002; PARRIS et al., 2002; WANG et al., 2020). Portanto, apesar de serem onívoras, esse grupo é considerado como de importantes predadores de pragas agrícolas (MEDINA et al., 1993; EUBANKS, 2001; HERNÁNDEZ et al., 2008; PINTO et al., 2009).

As Dominantes de solo ou serapilheira incluíram espécies dos gêneros *Ectatomma* e *Odontomachus*, que são consideradas grandes predadores generalistas, embora algumas

espécies utilizem néctar (DELABIE et al., 2000). Também utilizam frutos e sementes encontrados sobre o solo, sendo inclusive dispersoras de sementes (LATTKE, 2000; ALMEIDA et al., 2013). As formigas do gênero *Ectatomma* podem contribuir para o controle biológico natural de pragas agrícolas (DELABIE et al., 2007). A espécie *Ectatomma edentatum* encontrada nesse estudo, é um indicador de habitats conservados do Cerrado (PACHECO et al., 2013).

A guilda Arborícolas onívoras é constituída de espécies de formigas que nidificam e/ou forrageiam sobre árvores e arbustos, estando bastante associadas às plantas, mas podem também utilizar, de forma menos frequente, a serapilheira como local de forrageamento. A sua alimentação é a base de secreções açucaradas que são excretadas por hemípteros, nectários florais, matéria orgânica em decomposição, grãos de pólen ou fezes de animais (BACCARO et al., 2015). Existe algumas espécies que são predadoras agressivas e proporcionam proteção às plantas hospedeiras contra a herbivoria (BACCARO et al., 2015), são geralmente ágeis e quando percebem alguma fonte de alimento podem ir ao solo e exercer influência sobre as espécies que vivem no solo, como resultado de predação ou competição por alimento (DELABIE et al., 2000). Sendo consideradas dominantes do estrato arbóreo, podem ser predadoras eficientes e praticam recrutamento em massa (BACCARO et al., 2015; DELABIE et al., 2000).

Espécies de guildas de formigas arborícolas podem ser utilizadas para o monitoramento de recolonização em áreas de reflorestamento com espécies nativas, uma vez que a presença de elevada riqueza de espécies nessa guilda repercute uma estabilidade semelhante a comunidade vegetal nativa (MORAIS & BENSON, 1988). Também podem ser utilizadas para avaliar alterações na biodiversidade presente na vegetação, incluindo mudanças ocorridas através da pulverização de agrotóxicos (SILVESTRE & SILVA, 2001).

As Predadoras generalistas de serapilheira forrageiam sobre o solo e na serrapilheira, onde diversos animais são predados, como uma grande diversidade de artrópodes, incluindo besouros, diplópodes, vespas, cupins, lagartas, minhocas e até mesmo outras espécies de formigas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; MEDEIROS, 1997). Nidificam no solo, cupinzeiros abandonados e em galhos na serapilheira (BACCARO et al., 2015). Apesar de serem predadoras, a sua dieta pode incluir líquidos açucarados secretados por hemípteros, exsudados de flores, frutos e sementes no solo, nectários extraflorais e carcaças de animais (BACCARO et al., 2015).

As cinco guildas estiveram presentes em todas as áreas em estudo. O maior número de espécies foi observado na Reserva Legal (Tabela 4), seguida da agrofloresta, corroborando resultados encontrados por outros autores em áreas semelhantes com armadilhas de solo tipo *pitfall* (OLIVEIRA et al., 2015; TRIYOGO et al., 2000). Isso pode ser explicado pela maior diversidade da vegetação proporcionar maior diversidade de nichos ecológicos, com relevante variedade de locais para forrageamento, nidificação e microhabitats, assim como mencionado no primeiro capítulo desse trabalho.

Na agrofloresta a guilda Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira apresentou a maior riqueza de espécies, enquanto a guilda com maior riqueza de espécies na Reserva Legal e pastagem foi a Onívoras e detritívoras de serapilheira. Na fruticultura ambas as guildas acima citadas apresentaram seis espécies. Foi observado que não houve diferença significativa nas proporções da riqueza de espécies por guilda nas diferentes áreas ($\chi^2 = 5,462$; $p = 0,94$; Tabela 4). Porém, a distribuição de frequências de ocorrência das guildas nas amostras foi influenciada pelo tipo de uso do solo ($\chi^2 = 35,173$; $p < 0,01$; Tabela 5). Como já mencionado, a frequência de ocorrência nas amostras é um indicativo de abundância das espécies de formigas. Variações na disponibilidade de recursos, seja alimento ou local de nidificação,

variações no microclima ou as práticas agrícolas utilizadas podem ter ocasionado as variações observadas entre áreas.

A Reserva Legal e a agrofloresta foram as áreas com maior riqueza de espécies da guilda Predadoras generalistas de serapilheira e também foram as áreas com maior frequência absoluta de ocorrência de formigas dessa guilda. Tais áreas provavelmente apresentam serapilheira mais diversificada que as demais, possuindo maior diversidade de presas para as formigas predadoras. Também cabe ressaltar que as formigas predadoras podem ser úteis para a redução das populações de espécies praga. As áreas com maior frequência absoluta também foram a Reserva Legal e a agrofloresta, o que é um indicativo de que tais áreas apresentam maior abundância de recursos para a mirmecofauna que as demais.

Tabela 4. Guildas, riqueza de espécies de formigas (R) e distribuição de frequência (%) na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem no Município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

Guildas de Formigas	Fruticultura		Reserva legal		Agrofloresta		Pastagem	
	R	%	R	%	R	%	R	%
Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira	6	35,3	8	27,6	10	43,5	6	31,6
Onívoras e detritívoras de serapilheira	6	35,3	10	34,5	6	26,1	8	42,1
Dominantes do solo ou serapilheira	2	11,8	5	17,2	3	13,0	1	5,3
Arborícolas onívoras	2	11,8	3	10,3	1	4,3	3	15,8
Predadoras generalistas de serapilheira	1	5,9	3	10,3	3	13,0	1	5,3
Total	17	100	29	100	23	100	19	100

Tabela 5. Frequência absoluta de armadilhas (N) com coleta de indivíduos das guildas de formigas e distribuição de frequência (%) na fruticultura, Reserva Legal, agrofloresta e pastagem, no Município de Bom Despacho, Estado de Minas Gerais.

Guildas de Formigas	Fruticultura		Reserva Legal		Agrofloresta		Pastagem	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Onívoras verdadeiras dominantes de solo ou serapilheira	19	34.5	21	25.6	35	46.7	20	38.5
Onívoras e detritívoras de serapilheira	31	56.4	30	36.6	17	22.7	22	42.3
Dominantes do solo ou serapilheira	2	3.6	13	15.9	10	13.3	1	1.9
Arborícolas onívoras	2	3.6	11	13.4	3	4.0	4	7.7
Predadoras generalistas de serapilheira	1	1.8	7	8.5	10	13.3	5	9.6
Total	55	100	82	100	75	100	52	100

Estudos demonstraram que espécies de formigas podem ser consideradas como indicadores biológicos eficientes para a avaliação de impactos nos seus habitats e avaliar o estado de conservação ou degradação dos ecossistemas, podendo ser úteis inclusive para o monitoramento da recuperação ambiental de ambientes (SILVA & BRANDÃO 1999; BOSCARDIN et al., 2014; DIAME et al., 2018).

Existem vários estudos sobre a estrutura da comunidade de formigas em agroecossistemas focados na variedade taxonômica, utilizando a mirmecofauna inclusive como indicadora dos impactos das características das áreas cultivadas sobre a biodiversidade em geral. Entretanto, poucos estudos avaliaram a riqueza e a abundância de espécies de formigas em diferentes guildas e investigaram os efeitos do tipo de uso da terra sobre essas guildas, o que pode ser útil para entender os impactos das características dos agroecossistemas e dos tratos culturais sobre as funções ecológicas da mirmecofauna (DIAS et al., 2003; KONE et al., 2012; OLIVEIRA et al. 2015; ESTRADA, 2017; GARCIA-CÁRDENAS et al., 2018; APOLINÁRIO et al., 2019; TRIYOGO et al., 2020).

O presente estudo demonstra que os atributos dos habitats podem ocasionar mudanças nas guildas de formigas, sendo as guildas úteis em estudos comparativos abordando áreas cultivadas e pastagens. Como as guildas estão associadas a funções ecológicas, sugere-se que novas pesquisas investiguem a influência das características dos agroecossistemas sobre as funções da mirmecofauna, tendo em vista que tais estudos podem ser úteis para maximizar os benefícios proporcionados pelas espécies de formigas para a produção e reduzir os danos causados.

4 CONCLUSÕES

O tipo de uso do solo influencia a abundância relativa das espécies de formigas das diferentes guildas, com possíveis efeitos sobre as funções ecológicas da mirmecofauna, incluindo aquelas com importância para a produção agrícola. É provável que a abundância das

espécies das guildas seja influenciada pelas características do ambiente, incluindo a heterogeneidade estrutural do habitat, que está associada à disponibilidade de recursos alimentares e para a nidificação. Além disso, as práticas agrícolas utilizadas, como a aplicação de inseticidas, também podem ser fatores bastante relevantes, provocando a ausência de determinadas guildas e causando variações na abundância das espécies.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. S. (Org.) **Impactos Ambientais de grandes empreendimentos no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Autografia, 2020.

ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B. Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental. **Diversidade e Gestão**, v. 1, p. 10-32, 2017.

ALMEIDA, J. T. S. de; MEDICI, L. O.; AGUIAR-MENEZES, E. L. Eficiência e princípio de funcionamento de barreira física cônica contra as quenquéns. **Floresta**, v. 43, n. 4, p. 633-642, 2013.

AMARAL, G. C.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Efeitos de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciência Florestal**, v.29, n. 2, p.660-672, 2019.

APOLINÁRIO, L. C. M.; ALMEIDA, A. A.; QUEIROZ, J. M.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Diversity and Guilds of Ants in Different Land-Use Systems in Rio de Janeiro State, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v.26, n.4, p. e20171152, 2019.

ARENAS-CLAVIJO, A.; ARMBRECHT, I. Gremios y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en tres usos del suelo de un paisaje cafetero del Cauca-Colombia. **Revista de Biología Tropical**, v. 66, n. 1, p. 48-57, 2018.

ARMBRECHT, I.; ULLOA-CHACÓN, P. The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forest fragments of Colombia. **Environmental entomology**, v. 32, n. 3, p. 542-547, 2003.

ASSIS D. S.; DOS SANTOS I. A.; RAMOS F. N.; BARRIOS-ROJAS K. E.; MAJER J. D.; VILELA E. F. Matrizes agrícolas afetam a composição da montagem de formigas terrestres dentro de fragmentos florestais. **Plos one** v. 13, n.5, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197697> 2018. Acesso em: 12 dez. 2020.

ASSIS, D. S.; DOS SANTOS, I. A.; RAMOS, F. N.; BARRIOS-ROJAS, K. E.; MAJER, J. D., & VILELA, E. F. Agricultural matrices affect ground ant assemblage composition inside forest fragments. **PloS one**, v. 13, n. 5, p. e0197697, 2018.

BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO T. J.; SOUZA J. L. P.; SOLAR R. **Guia para os gêneros das formigas do Brasil**. Manaus: Inpa. 388 p., 2015.

BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C.; DELABIE, J. H. C. Relação entre guildas de formigas e a qualidade ambiental em *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes controles de plantas infestantes no sul do Brasil. **Entomotropica**, v. 29, n. 3, p. 173-182, 2014.

BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; DELABIE, J. H. C. Neotropical ants (Hymenoptera) functional groups: nutritional and applied implications. **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**, p. 213-236, 2012.

CORRÊA, M. M.; FERNANDES, W. D.; LEAL, I. R. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 6, p. 724-730, 2006.

DELABIE, J. H. C. & FOWLER, H. G. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations, **Pedobiologia**, v. 39, p. 423-433, 1995.

DELABIE, J. H. C.; ALVES, H. S. R.; FRANÇA, V. C.; MARTINS, P. T. A.; NASCIMENTO, I. C. Biogeografia das formigas predadoras do gênero *Ectatomma* (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae) no leste da Bahia e regiões vizinhas. **Agrotropica**, Itabuna, v. 19, p. 13-20, 2007.

DELABIE, J. H. C.; FISHER, B. L.; MAJER, J. D. & WRIGHT, I. W. Sampling effort and choice of methods. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, T.; Schultz, T. **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press, p.145-154, 2000.

DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I. C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI D, MAJER J, ALONSO L, SCHULTZ T. (Eds) **Sampling ground-dwelling ants: case studies from the world's rain forests**. Perth: School of Environmental Biology. p. 59-69, 2000.

DELABIE, J. H.; FEITOSA, R. M.; SERRÃO, J. E.; MARIANO, C. D. S. F., & MAJER, J. D. (Eds.). **As formigas poneromorfas do Brasil**. Ilhéus, BA: Editus. 477 p. 2015.

DIAMÉ, L.; REY, J. Y.; VAYSSIÈRES, J. F.; GRECHI, I.; CHAILLEUX, A., & DIARRA, K. Ants: Major functional elements in fruit agro-ecosystems and biological control agents. **Sustainability**, v.10, n. 1, p.23, 2018.

DIAS, N. D. S.; ZANETTI, R.; SANTOS, M. S.; PEÑAFLORES, M. F. G. V.; BROGLIO, S. M. F.; DELABIE, J. H. C., & SCHARF, I. The impact of coffee and pasture agriculture on predatory and omnivorous leaf-litter ants. **Journal of Insect Science**, v. 13, n.1, 2013.

ESTRADA, M. A.; CORIOLANO, R. E.; SANTOS, N. T.; CAIXEIRO, L. R.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F. S. Influência de Áreas Verdes Urbanas sobre a Mirmecofauna. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 162-169, 2014.

ESTRADA, M. A. **A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2017.

ESTRADA, M. A.; ALMEIDA, A. A.; VARGAS, A. B.; ALMEIDA, F.S. Diversidade, riqueza e abundância da mirmecofauna em áreas sob cultivo orgânico e convencional. **Acta biológica Catarinense**, v. 6, p. 87-103, 2019.

EUBANKS, M. D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v.21, p.35-43, 2001.

FLORES, W. A.; CORTINES, E.; ALMEIDA, A. A.; VARGAS, A. B. ALMEIDA, F. S. Fatores que influenciam a fauna de formigas que forrageia sobre *Bauhinia monandra* KURZ. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em área urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.12, n.2, p. 16-26, 2017.

FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C. & VASCONCELOS, H. L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Manole & CNPq, p.131-223, 1991.

GARCÍA-CÁRDENAS, R.; MONTOYA-LERMA, J.; ARMBRECHT, Inge. Ant diversity under three coverages in a Neotropical coffee landscape. **Revista de Biología Tropical**, v. 66, n. 4, p. 1373-1389, 2018.

GOMES, D. S.; ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B.; QUEIROZ, J. M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, p. 104-109, 2013.

GROC, S.; DELABIE, J. H. C.; FERNANDEZ, F.; LEPONCE, M.; ORIVEL, J.; SILVESTRE, R. et al. Leaf-litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a pristine Guianese rainforest: stable functional structure versus high species turnover. **Myrmecological News**, n.19, p.43-51, 2014.

HERNÁNDEZ, U. A.; LIMONTE, A. C.; RAVELO, H. G.; SOUZA, J. G. Hymenoptera; Formicidae, predadores de huevos del complejo pentatómidos en soya. **Centro Agrícola**, v.35, n.2, p.89-90, 2008.

HÖLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 732p. 1990.

HOSOISHI, S.; HASHIMOTO, Y.; PARK, S. H.; YAMANE, S., & OGATA, K. A comparison of ground-dwelling and arboreal ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in lowland forests of Cambodia. **Raffles Bulletin of Zoology**, v. 65, 2017.

KAY, A. The relative availabilities of complementary resources affect the feeding preferences of ant colonies. **Behavioral Ecology**, v. 15, n. 1, p. 63-70, 2004.

KONE, M.; KONATE, S.; YEO, K.; KOUASSI, P. K., & LINSENMAIR, K. E. Changes in ant communities along an age gradient of cocoa cultivation in the Oumé region, central Côte d'Ivoire. **Entomological science**, v.15, n.3, p. 324-339, 2012.

KORAN, M.; KROPIL, R. What are ecological guilds? Dilemma of guild concepts. **Russian Journal of Ecology**, v. 45, n. 5, p. 445, 2014.

KWON, T. S.; LEE, C. M.; SUNG, J. H. Diversity decrease of ant (Formicidae, Hymenoptera) after a forest disturbance: different responses among functional guilds. **Zoological Studies**, v. 53, n. 1, p. 37, 2014.

LACAU, L. D. S. R.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; MARINHO, C. G. S.; SCHLINDWEIN, M. N.; LACAU, S., & NASCIMENTO, L. D. S. Respostas das guildas de formigas (Hymenoptera: Formicidae) a práticas silviculturais em plantio de eucaliptos. **Agrotrópica**, v. 20, n.1, p. 61-72, 2008.

LATTKE, J. E. Specimen processing: building and curating an ant collection. **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**, p. 155-171, 2000.

LE BRETON, J.; CHAZEAU J.; JOURDAN, H. Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rainforest. **Austral Ecology, Armidale**, v. 28, p. 204–209, 2003.

MACEDO, L. P. M.; BERTI FILHO, E.; DELABIE, J. H. C. Epigeal ant communities in Atlantic Forest remnants of São Paulo: a comparative study using the guild concept. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 1, p. 75-78, 2011.

MARCHIORI, J. J. P. **Mirmecofauna e suas interações com hemípteros fitófagos em áreas cultivadas**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2020.

MARTINS, L.; ALMEIDA, F. S.; MAYHE-NUNES, A. J.; VARGAS, A. B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências (Online)**, v. 9, p. 174-179, 2011.

MEDEIROS, F. N. da S. **Ecologia comportamental da formiga *Pachycondyla striata* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae) em uma floresta do Sudeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

MEDINA, C. A.; LAPOINTE, S. L.; CHACÓN, P. Fauna de hormigas asociadas con forrajes tropicales y su implicación como depredadoras de huevos y ninfas del salivazo de los pastos, *Aeneolamia* sp. **Rev. Col. Entomol**, v. 19, n. 4, p. 143-150, 1993.

MORAIS, H. C. & BENSON, W.W. Recolinização de vegetação de cerrado após queimada, por formigas arborícolas. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, n. 3, p. 459-466, 1988.

MORRISON, L. W. Long-term impacts of na arthropod-community invasionby the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. **Ecology**, v.83, p.2337-2345, 2002.

OLIVEIRA, D. M.; FRANCO, F. S.; SCHLINDWEIN, M. N.; LEITE, E. C., & BRANCO, C. S. Mirmecofauna em agroecossistemas e sua função na transição agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 01-06, 2015.

OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; LOYOLA, R. D.; VARGAS, A. B. Armadilhas de dossel: uma técnica para amostrar formigas no estrato vertical de florestas. **Neotropical Entomology**, v.38, n.5, p.691-694, 2009.

ORR, A. G.; CHARLES J. K. Foraging in the giant forest ant, *Camponotus gigas* (Smith) (Hymenoptera: formicidae): evidence for temporal and spatial specialization in foraging activity. **Journal of Natural History**, v. 28, n.4, p. 861–872, 2007.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H. L.; GROG, S.; CAMACHO, G. P., & FRIZZO, T. L. The importance of remnants of natural vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes. **Biodiversity and conservation**, v. 22, n. 4, p. 983-997, 2013.

PARRIS, L. B.; LAMONT, M. M.; CARTHY, R. R. Increased incidence of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) presence in loggerhead sea turtle (Testudines: Cheloniidae) nests and observations of hatchling mortality. **Florida Entomologist**, v.85, n.3, p.524-527, 2002.

PASSERA, L. Characteristics of tramp species. **Exotic Ants. Biology and Impact, and Control of Introduced Species**, p. 23-43, 1994.

PEREIRA, L. P. C.; ALMEIDA, F. S.; VARGAS, A. B.; ARAÚJO, M. S; MAYHÉ- NUNES, A. J.; QUEIROZ, J. M. Seasonal analysis of taxonomic and functional diversity of poneromorph ant assemblages in the Amazon Forest. **Sociobiology**, v.63, n.3, p. 941-949, 2016.

PINTO, A. de S.; BOTELHO, P. S. M.; OLIVEIRA, H. N. de. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2. 160p.2009.

RODRÍGUEZ-DE LEÓN, I. R.; VENEGAS-BARRERA, C. S.; VÁSQUEZ-BOLAÑOS, M., & HORTA-VEGA, J. V. Estructura de la comunidad de formicidae (hymenoptera) en dos agroecosistemas con diferente grado de perturbación. **Agrociencia**, v. 53, n. 2, p. 285-301, 2019.

RONQUE, M. U.; FOURCASSIÉ, V.; OLIVEIRA, P. S. Ecology and field biology of two dominant *Camponotus* ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Brazilian savannah. **Journal of natural history**, v. 52, n. 3-4, p. 237-252, 2018.

ROOT, R. B. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. **Ecological monographs**, v. 37, n. 4, p. 317-350, 1967.

SILVA, R. R. & BRANDÃO, C. R. F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v.12, p. 55-73, 1999.

SILVA, R. R; SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia**. v.44, n.1, p.1-11, 2004.

SILVESTRE, R.; SILVA, R. R.; Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio – SP: sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**, v.14, n.1, p.37-69, 2001.

SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. The guild concept and the structure of ecological communities. **Annual review of ecology and systematics**, v. 22, p. 115-143, 1991.

- TRİYOGO, A.; WIDYASTUTI, S. M.; SUBRATA, S. A.; BUDI, S. S. Abundance of ants (Hymenoptera: Formicidae) and the functional groups in two different habitats. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v.21, n.5, 2020.
- VELASCO, Y. A. M.; ROPERO, M. G.; ARMBRECHT, I. Interacciones entre hormigas e insectos en follaje de cafetales de sol y sombra, Cauca-Colombia. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 36, n. 1, p. 116-126, 2010.
- WALL, D. H.; MOORE, J. C. Interactions underground: soil biodiversity, mutualism, and ecosystem processes. **BioScience**, v. 49, n. 2, p. 109-117, 1999.
- WANG, L.; ZENG, L.; XUV, Y., & LU, Y. Prevalence and management of *Solenopsis invicta* in China. **NeoBiota**, v. 54, p. 89, 2020.
- WAZEMA, C. T.; DE CASTRO MORINI, M. S.; DE SOUZA-CAMPANA, D. R. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em um fragmento de Mata Atlântica no município de Mogi das Cruzes (SP). **Revista Científica UMC**, v. 4, n. 2, 2019.
- WILSON, E. O. Which are the most prevalent ant genera? **Studia Entomologica**, v. 19, p. 187-200, 1976.

CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados demonstram que a riqueza e a diversidade de espécies e a composição da mirmecofauna variam em função do tipo de uso do solo, como resposta às mudanças na complexidade estrutural do ambiente, dentre outros possíveis fatores. A abundância relativa das diferentes guildas também é influenciada. As características dos agroecossistemas e os tratamentos culturais utilizados podem apresentar relevante influência na mirmecofauna e afetar as funções desempenhadas pelas formigas.