

**UFRRJ**

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

**DISSERTAÇÃO**

**A DIVERSIDADE E O PAPEL DA FAUNA DE FORMIGAS EM  
ÁREAS AGRÍCOLAS SUBMETIDAS AO CULTIVO  
ORGÂNICO E CONVENCIONAL**

**MILENE ANDRADE ESTRADA**

**2017**



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

**A DIVERSIDADE E O PAPEL DA FAUNA DE FORMIGAS EM ÁREAS  
AGRÍCOLAS SUBMETIDAS AO CULTIVO ORGÂNICO E  
CONVENCIONAL**

**MILENE ANDRADE ESTRADA**

*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 Entomologia Aplicada.

Seropédica, RJ  
Agosto de 2017

Estrada, Milene Andrade, 1992-

A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional/ Milene Andrade Estrada. - 2017.

79f. : grafs., tabs.

Orientador: Dr. Fábio Souto de Almeida.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS.

I. Almeida, Fábio Souto de. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS.

III. Título

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

**MILENE ANDRADE ESTRADA**

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 Entomologia Aplicada.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/08/2017

---

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

---

Ângela Alves de Almeida. Dr<sup>a</sup>. UFRRJ

---

André Barbosa Vargas. Dr. UniFOA

Dedico aos meus pais,  
Orlando e Otília, pelo apoio  
incondicional.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Orlando e Otilia pela confiança em meu potencial e entusiasmo a cada conquista que obtive.

Ao meu orientador Fábio pelo auxílio com a pesquisa, grande paciência no ensino sobre estatística e identificação das formigas, e principalmente pela amizade, compreensão e extrema competência.

Ao meu noivo Lucas pelo apoio ao me visitar enquanto eu estive ocupada com a pesquisa e especialmente pelo amor, respeito e carinho.

A minha irmã Amanda pelo companheirismo durante minhas tardes estudando.

Aos meus amigos da UFRRJ e em especial ao Roberto e Milena pela assistência durante a coleta de insetos e à família do Roberto que me acolheu com muito carinho durante as pesquisas de campo.

Ao programa de Pós-graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada e aos seus professores, agradeço pelo aprendizado e amizade.

A CAPES pela bolsa de estudos que me possibilitou a realização deste mestrado.

## RESUMO GERAL

ESTRADA, Milene Andrade. **A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional.** 2017. 78p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2017.

A agricultura é uma atividade essencial para a oferta de alimentos e para a economia brasileira, mas está entre as práticas que mais causam impactos ambientais negativos. Dentre os problemas mais sérios causados pelas atividades agrícolas está a perda de biodiversidade. Contudo, tipos de cultivos alternativos aos convencionais, com a ausência de pesticidas sintéticos e outras formas de manejo das áreas cultivadas impactantes ao meio ambiente, podem minimizar os efeitos negativos das áreas agrícolas sobre a biodiversidade. Esse é o caso dos cultivos orgânicos de alimento. As formigas (Hymenoptera; Formicidae) estão entre os animais mais comuns nas áreas cultivadas e como as comunidades de formigas são indicadoras de biodiversidade, podem ser utilizadas como organismos modelo em estudos que visem avaliar a influência das características das áreas cultivadas sobre a diversidade biológica. O presente estudo teve como objetivo geral investigar a diversidade e as funções da mirmecofauna em oito áreas cultivadas com o sistema convencional e oito áreas de cultivo orgânico no município de Paraíba do Sul, RJ. Em cada área foram instaladas 15 armadilhas do tipo *pitfall* contendo álcool 70%. O trabalho foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo teve por objetivo avaliar a riqueza, diversidade, abundância e composição da fauna de formigas em áreas de cultivo orgânico e de cultivo convencional. Além disso, também teve como objetivo avaliar os fatores que influenciam a mirmecofauna nas áreas cultivadas. Já no segundo capítulo, o objetivo foi estudar os grupos funcionais de formigas em áreas de cultivo orgânico e cultivo convencional, investigar a influência da mirmecofauna sobre a abundância de outros insetos nos agroecossistemas e comparar a fauna de artrópodes, com ênfase nos insetos, em áreas com cultivo convencional e orgânico. Identificando-se também as espécies de formigas benéficas ou causadoras de problemas nos agroecossistemas estudados. Observou-se que áreas com cultivo orgânico de alimentos são mais propícias para a manutenção de uma fauna de formigas mais diversificada que áreas sob o sistema de cultivo convencional. A abundância de formigas foi maior em cultivos orgânicos que convencionais. Além disso, se concluiu que as características das áreas cultivadas influenciam a riqueza, a diversidade e a abundância da mirmecofauna, principalmente a profundidade de serapilheira, número de espécies cultivadas, temperatura do ar e variações nos tratamentos culturais. A riqueza de grupos funcionais média foi significativamente maior nos cultivos orgânicos que nos convencionais. Pode-se afirmar que o grupo funcional de formigas que obteve a segunda maior riqueza “Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas” pode desempenhar um papel importante no controle biológico de coleópteros nas áreas de cultivo convencional. A alta riqueza dos grupos funcionais de formigas “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira” e “Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira”, apesar de não apresentarem relação significativa entre a abundância de formigas e a abundância de hemípteros, ortópteros e coleópteros, mostra um potencial para a utilização dessas formigas no controle biológico de insetos-praga.

**Palavras-chave:** biodiversidade, controle biológico, Formicidae.

## GENERAL ABSTRACT

ESTRADA, Milene Andrade. **The diversity and role of ant fauna in agricultural areas submitted to organic and conventional cultivation.** 2017. 78p. 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. 2017.

Agriculture is an essential activity for food supply and for the Brazilian economy, but it is among the practices that cause the most negative environmental impacts. Among the most serious problems caused by agricultural activities is the loss of biodiversity. However, alternative crop types to conventional ones, with the absence of synthetic pesticides and other forms of management of cultivated areas impacting the environment, can minimize the negative effects of agricultural areas on biodiversity. This is the case with organic food crops. Ants (Hymenoptera; Formicidae) are among the most common animals in cultivated areas, and because ant communities are indicative of biodiversity, they can be used as model organisms in studies aimed at evaluating the influence of the characteristics of cultivated areas on biological diversity. The present study had as general objective to investigate the diversity and functions of the myrmecofauna in eight areas cultivated with the conventional system and eight areas of organic cultivation in the city of Paraíba do Sul, RJ. In each area 15 pitfall traps containing 70% alcohol were installed. The work was divided into two chapters. The first chapter aimed to evaluate the richness, diversity, abundance and composition of the ant fauna in areas of organic cultivation and conventional cultivation. In addition, it also aimed to evaluate the factors that influence the myrmecofauna in the cultivated areas. In the second chapter, the objective was to study the functional groups of ants in areas of organic cultivation and conventional cultivation, to investigate the influence of myrmecofauna on the abundance of other insects in agroecosystems and to compare the fauna of arthropods, with emphasis on insects, with conventional and organic cultivation. Also identifying the species of ants beneficial or causing problems in the agroecosystems studied. It was observed that areas with organic food cultivation are more conducive to the maintenance of an ant fauna more diversified than areas under the conventional cultivation system. The abundance of ants was higher in organic than conventional crops. In addition, it was concluded that the characteristics of the cultivated areas influence the richness, diversity and abundance of the myrmecofauna, mainly leaf litter depth, number of cultivated species, air temperature and variations in cultural dealings. The richness of functional groups mean was significantly higher in organic than in conventional crops. It can be affirmed that the functional group of ants that obtained the second greatest richness "Omnivorous that inhabit the soil, the leaf litter and the plants" can play an important role in the biological control of Coleoptera in the areas of conventional cultivation. The high richness of the functional groups of ants "Omnivorous that inhabit the soil and the leaf litter" and "Predators generalists that inhabit the soil and the leaf litter", although they do not present significant relation between the abundance of ants and the abundance of Hemiptera, Orthoptera and Coleoptera, shows a potential for the use of these ants in the biological control of insect pests.

**Key Word:** biodiversity, biological control, Formicidae.



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Frequência das espécies de formigas nas armadilhas e nas áreas com cultivo convencional e orgânico, no Município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	33
<b>Tabela 2.</b> Variáveis (média $\pm$ EP) obtidas nas áreas com cultivo convencional e orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes após as médias na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste t a 5% de probabilidade.....	37
<b>Tabela 3.</b> Regressão múltipla passo-a-passo ( <i>stepwise</i> ) com a riqueza de espécies de formigas (variável dependente) e as variáveis independentes (tipo de cultivo- TC, temperatura do ar – T, profundidade de cobertura morta- P, luminosidade – L, tamanho da área cultivada – TA, número de espécies cultivadas – NE, distância para a floresta mais próxima - DF) no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	38
<b>Tabela 4.</b> Regressão múltipla passo-a-passo ( <i>stepwise</i> ) com a diversidade de espécies de formigas (variável dependente) e as variáveis independentes (tipo de cultivo- TC, temperatura do ar – T, profundidade de cobertura morta- P, luminosidade – L, tamanho da área cultivada – TA, número de espécies cultivadas – NE, distância para a floresta mais próxima - DF) no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	38
<b>Tabela 5.</b> Regressão linear passo-a-passo ( <i>stepwise</i> ) com a abundância de formigas (variável dependente) e as variáveis independentes (tipo de cultivo- TC, temperatura do ar – T, profundidade de cobertura morta- P, luminosidade – L, tamanho da área cultivada – TA, número de espécies cultivadas – NE, distância para a floresta mais próxima - DF) no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	38
<b>Tabela 6.</b> Grupos funcionais e a riqueza de espécies de formigas em áreas cultivadas no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.....	57
<b>Tabela 7.</b> Abundância absoluta e relativa (%) de formigas nos diferentes grupos funcionais em cultivos convencionais e orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.....	58
<b>Tabela 8.</b> Riqueza absoluta e relativa (%) de formigas nos diferentes grupos funcionais em cultivos convencionais e orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.....	59
<b>Tabela 9.</b> Riqueza e diversidade médias de grupos funcionais de formigas em cultivos convencionais e orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.....	59
<b>Tabela 10.</b> Relação direta entre a abundância de formigas em geral e dos grupos funcionais e a abundância de hemípteros, ortópteros e coleópteros em áreas com cultivos convencionais, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.....	61
<b>Tabela 11.</b> Relação direta entre a abundância de formigas em geral e dos grupos funcionais e a abundância de hemípteros, ortópteros e coleópteros em áreas com cultivos orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.....	62
<b>Tabela 12.</b> Abundância média de artrópodes em áreas com cultivos orgânicos e convencionais, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.....	63

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Localização do município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro (Modificado de SILVÉRIO NETO, 2014).....	20
<b>Figura 02.</b> Localização das áreas de cultivo convencional no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	21
<b>Figura 03.</b> Localização das áreas de cultivo orgânico no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	21
<b>Figura 04.</b> Plantio de milho na propriedade 1, com cultivo orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. ....	22
<b>Figura 05.</b> Plantio em sistema PAIS na propriedade orgânica 2, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	23
<b>Figura 06.</b> Plantio de maracujá na propriedade orgânica 3, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	23
<b>Figura 07.</b> Plantio de tomate com sistema de irrigação por gotejamento na propriedade orgânica 4, Município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	24
<b>Figura 08.</b> Plantio com sistema PAIS na propriedade orgânica 5, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	25
<b>Figura 09.</b> Plantio com sistema PAIS na propriedade orgânica 6, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	25
<b>Figura 10.</b> Plantio com irrigação por gotejamento na propriedade orgânica 7, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	26
<b>Figura 11.</b> Propriedade orgânica 8, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	27
<b>Figura 12.</b> Propriedade convencional 1, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	27
<b>Figura 13.</b> Plantio de pimentão na propriedade convencional 2, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	28
<b>Figura 14.</b> Plantio de maracujá na propriedade convencional 6, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	29
<b>Figura 15.</b> Curvas de acumulação de espécies (Mao Tau) para a riqueza de espécies de formigas em cultivos convencionais e orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.....	34
<b>Figura 16.</b> Riqueza de espécies de formigas (média $\pm$ EP) por área com cultivo convencional e orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferença significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.....	35
<b>Figura 17.</b> Diversidade de espécies de formigas (média $\pm$ EP) – Índice de Shannon - em áreas com cultivo convencional e orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferença significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.....	36
<b>Figura 18.</b> Abundância de formigas (média $\pm$ EP) em áreas com cultivo convencional e orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferença significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.....	36
<b>Figura 19.</b> Ordenação multidimensional não métrica com a Distância Euclidiana para a fauna de formigas de áreas com cultivo convencional (X) e orgânico (O), no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro (Stress = 0,1208). Temperatura do ar – T, profundidade de cobertura morta- P, luminosidade – L, tamanho da área cultivada – TA, número de espécies cultivadas – NE, distância para a floresta mais próxima – DF.....	40

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	6
CAPÍTULO I - DIVERSIDADE, RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DA MIRMECOFAUNA EM ÁREAS SOB CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL .....	16
RESUMO .....	17
ABSTRACT .....	18
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
2.1 Área de Estudo.....	20
2.2 Características das Propriedades com Cultivo Orgânico.....	21
2.2.1 Propriedade 1.....	21
2.2.2 Propriedade 2.....	22
2.2.3 Propriedade 3.....	23
2.2.4 Propriedade 4.....	24
2.2.5 Propriedade 5.....	24
2.2.6 Propriedade 6.....	25
2.2.7 Propriedade 7.....	26
2.2.8 Propriedade 8.....	26
2.3 Características das Propriedades com Cultivo Convencional.....	27
2.3.1 Propriedade 1.....	27
2.3.2 Propriedade 2.....	28
2.3.3 Propriedade 3.....	28
2.3.4 Propriedade 4.....	28
2.3.5 Propriedade 5.....	28
2.3.6 Propriedade 6.....	29
2.3.7 Propriedade 7.....	29
2.3.8 Propriedade 8.....	30
2.4 Coleta de Dados .....	30
2.5 Análise dos Dados .....	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
4 CONCLUSÕES .....	41
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
CAPÍTULO II - GRUPOS FUNCIONAIS DE FORMIGAS E SEUS EFEITOS SOBRE OUTROS INSETOS EM ÁREAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL .....	50
RESUMO .....	51
ABSTRACT .....	52
1 INTRODUÇÃO.....	53
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.1 Áreas de Estudo .....	55
2.2 Coleta de Dados .....	55
2.3 Análise dos Dados .....	55
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
3.1 Grupos Funcionais Coletados .....	56
3.2 Relação entre a abundância de formigas e a abundância de outros insetos.....	61
3.3 Abundância de artrópodes nos cultivos convencionais e orgânicos .....	63
4 CONCLUSÕES .....	64
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65

CONCLUSÕES GERAIS .....	77
ANEXOS.....	78

## INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura é praticada pelo homem há cerca de dez mil anos e possibilitou o crescimento populacional e o desenvolvimento de comunidades, que posteriormente se organizaram em cidades (PATERNIANI, 2001). A elaboração de novas técnicas de manejo das culturas, a adoção de novos equipamentos e o uso de insumos mais eficientes geraram aumentos significativos no rendimento das culturas, assegurando alimento suficiente para atender ao crescimento populacional das comunidades humanas (SOARES FILHO & CUNHA, 2015). A agricultura convencional surgiu em meados do século XIX como forma de aumentar a oferta de alimentos devido ao crescimento da população mundial (MENEZES, 2005). No período logo após a Segunda Guerra Mundial iniciou-se a chamada Revolução Verde (PERES *et al.*, 2003), que tangia um conjunto de estratégias e inovações tecnológicas que permitiram alcançar maior produtividade agrícola através do desenvolvimento de pesquisas sobre melhoramento genético de plantas cultivadas, fertilização dos solos, utilização de agrotóxicos e mecanização agrícola, para a utilização principalmente em monoculturas (SOUZA & RESENDE, 2003; EMBRAPA, 2005; RAMBOW *et al.*, 2014; SERRA *et al.*, 2016).

Contudo, sérios problemas surgiram desses sistemas de cultivo. Dentre os mais sérios problemas das monoculturas é citada a proliferação de patógenos e insetos-pragas nas áreas cultivadas (BERGAMIN *et al.*, 1995). Segundo PATERNIANI (2001) nos ecossistemas naturais as plantas ocorrem dispersas em meio a outras espécies, aumentando sua proteção contra o ataque de inimigos naturais, distinto do que ocorre nas monoculturas. Além disso, a elevada densidade de plantas da mesma espécie se reflete em alimento abundante para os insetos-praga, que muitas vezes apresentam elevados crescimentos populacionais nesses agroecossistemas (RODRIGUES, 2004). Também existem atualmente pragas resistentes a agrotóxicos e frequentemente ocorre em áreas cultivadas a eliminação de inimigos naturais dos insetos danosos à agricultura (SILVA & BRITO, 2015). Entre os impactos negativos da agricultura convencional sobre o solo estão a erosão e a redução da sua profundidade, redução da fertilidade do solo, contaminação do solo; poluição ambiental, além da compactação e da sua salinização (EHLERS, 1994; EHLERS, 1999; KOBAYAMA *et al.*, 2001; VEIGA, 2003; MÜLLER, 2009; PEDROTTI *et al.*, 2015). A Revolução Verde também gerou impactos sociais, com a diminuição da necessidade de mão de obra nas zonas rurais ocorreu a marginalização social e econômica de muitos agricultores, o que intensificou o êxodo rural (MARTINE, 1991; CAUME, 2003; TELO & DE DAVID, 2012). Esse modelo de agricultura tornou os agricultores dependentes de insumos industriais, conflitando com a manutenção da sustentabilidade dos agroecossistemas, piorando a degradação ambiental, a descapitalização dos agricultores e a saúde humana (GLIESSMAN, 2000; FADINI & LOUZADA, 2001; DEGRANDE *et al.*, 2003; CAPORAL, 2008).

Um marco histórico no que diz respeito à conscientização dos impactos da agricultura convencional e da Revolução Verde foi a publicação do livro “Primavera Silenciosa” em 1962 em que a autora Rachel Carson aponta os principais efeitos danosos da agricultura convencional sobre a saúde humana e ao meio ambiente (CARSON, 1962).

A ocorrência de problemas de saúde humana derivados da contaminação da água, do solo e dos alimentos pelos agrotóxicos está entre os problemas mais graves ocasionados pela Revolução Verde (PERES & MOREIRA, 2007; JARDIM & ANDRADE, 2009). Os efeitos adversos das substâncias químicas sintéticas utilizadas na agricultura sobre as pessoas são diversos e incluem o surgimento de mutações, problemas neurológicos e de pele, depressão e dificuldades respiratórias, existindo inclusive substâncias cancerígenas nos agrotóxicos utilizados (ANVISA, 2003; PERES *et al.*, 2003).

Além dos problemas ambientais, sociais e na saúde humana causada pela agricultura convencional, as práticas e os insumos utilizados visam aumentar a produtividade, mas também são empregados para minimizar problemas advindos das próprias características desse sistema de cultivo, geralmente se sustentam somente à custa da utilização de agrotóxicos em abundância e da própria intervenção humana (GLIESSMAN, 2000; SOARES, 2010; LOPES & LOPES, 2011; PENTEADO, 2012; MATSUMURA, 2016). A agricultura convencional é praticada geralmente com a utilização da monocultura e em grandes áreas, o que ocasiona o aumento de populações de insetos-praga, por terem alimento abundante e facilmente localizável, alta taxa reprodutiva e ausência de inimigos naturais (ALTIERI, 2002; ZARBIN *et al.*, 2009).

Outra importante questão é que a agropecuária convencional, surgida com a modernização das práticas nela utilizadas, ocasionou perda de biodiversidade nativa (CUNHA *et al.*, 2008). Isso é especialmente grave no Brasil, pois a sua diversidade biológica apresenta elevado valor econômico e estratégico, mas é pouco conhecida e explorada, apesar de ser considerado um país detentor de grande diversidade biológica, por abrigar cerca de 20% das espécies do planeta (FORERO, 1989; GIULIETTI & FORERO, 1990; CALIXTO, 2003; LACAVA & AZEVEDO, 2008; KRIEGER *et al.*, 2009). Em função da degradação e redução de habitats naturais e de diversos outros impactos ambientais decorrentes das atividades agropecuárias, vem ocorrendo a perda da diversidade genética e de espécies, tanto de animais quanto de plantas, inclusive de ambientes com elevado número de espécies endêmicas, assim como o Cerrado e a Mata Atlântica (SANTOS, 2010).

A fauna e flora silvestres são afetadas pelo desmatamento causado pelo avanço da fronteira agropecuária, com consequentes perdas de biodiversidade (SALATI *et al.*, 2006). A biodiversidade brasileira vem sendo reduzida em um ritmo alarmante por conta do aumento da exploração dos recursos naturais, do crescimento desordenado das áreas urbanas e das áreas de cultivo (MAXTED *et al.*, 1997).

A insustentabilidade da agricultura convencional, a preocupação em reduzir os impactos ambientais negativos causados por esse sistema de cultivo, o aumento da demanda global por alimentos saudáveis e a necessidade de utilizar agentes de controle mais seletivos ocasionam a necessidade de adoção de formas alternativas de produção de alimentos (BOBROWSKI *et al.*, 2003; KIM *et al.*, 2003; CASTRO *et al.*, 2005; MENEZES, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2008; GOMES *et al.*, 2009; CRIBB, 2010). Desse modo, outros sistemas de cultivo vêm sendo estudados e adotados, visando compatibilizar a produção agrícola com a sustentabilidade socioambiental e econômica (BORGES FILHO, 2005). O método de cultivo orgânico surgiu como forma de auxiliar o agricultor a ter um meio de produção ambientalmente sustentável e socialmente justo (FREITAS *et al.*, 2014; NODARI & GUERRA, 2015).

O agronegócio é uma das bases da economia brasileira, gerando aproximadamente R\$ 1,1 trilhão por ano (23% do produto interno bruto), com cerca de 70% desse valor advindo de atividades agrícolas (MAPA, 2015). Segundo a CONAB (2016) a área plantada no Brasil é estimada em mais de 58 milhões de hectares e o agronegócio foi responsável por 46,2% das exportações brasileiras (CAGED, 2017).

O sistema de produção orgânica moderna foi implantado no Brasil no início da década de 1970 (HECHT, 1989), movido pelas discussões sobre os impactos causados pela agricultura convencional no País (ASSIS, 2006), mas somente a partir de meados da década de 1990 o número de agricultores que adotam esse sistema de cultivo começou a crescer (DAROLT, 2002).

De acordo com a INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 007 (1999) não podem ser utilizados na produção orgânica de alimentos os agrotóxicos, fertilizantes sintéticos, organismos geneticamente modificados, aditivos alimentares, radiações ionizantes e

hormônios, além de ser restrito o uso de drogas veterinárias (ALMEIDA *et al.*, 2000; MAZZOLENI & NOGUEIRA, 2006; SILVA *et al.*, 2010). Assim, os alimentos orgânicos são geralmente menos contaminados quimicamente que os obtidos pela agricultura convencional (BOURN & PRESCOTT, 2002). Dentre as características da agricultura orgânica, também estão os cuidados com a manutenção da produtividade do solo, realizando-se geralmente o preparo mecânico do solo com baixo impacto na sua estrutura, a aplicação de adubos orgânicos, a manutenção da cobertura morta e a utilização de adubação verde (SOUZA, 2000). Além disso, as áreas com cultivo orgânico apresentam geralmente maior número de plantas cultivadas que as áreas com cultivo convencional (KAMIYAMA *et al.*, 2011; SANTOS, 2016), o que pode colaborar para a manutenção de uma maior diversidade biológica onde se produz alimentos orgânicos. Além dos benefícios ambientais, os métodos utilizados na agricultura orgânica podem proporcionar a diminuição dos custos da produção, alcançando a mesma rentabilidade da agricultura convencional (FREITAS, 2002).

A área total cultivada no sistema de agricultura orgânica no Brasil ainda é relativamente pequena frente à área cultivada no sistema convencional, porém as áreas de cultivo orgânico vêm crescendo mundialmente (SOUZA & RESENDE, 2003). Estima-se que a produção orgânica de alimentos apresenta um crescimento de aproximadamente 30% por ano, indicando que futuramente esses produtos terão ainda maior importância para a economia e para o suprimento de alimentos (DAROLT, 2002).

Tanto produtores quanto consumidores começaram a reconhecer que a utilização de agrotóxicos na produção de alimentos poderia causar sérios problemas à saúde da população e ao meio ambiente e aumentaram o interesse em conhecer os riscos de contaminação dos alimentos e seu sistema de produção (PESSOA *et al.*, 2002; STEFANO, 2013). Entre janeiro de 2014 e janeiro de 2015 o total de produtores orgânicos no Brasil cresceu mais de 51,7%, chegando a 10.194 produtores no país (PORTAL BRASIL, 2015). No Rio de Janeiro o aumento do número de produtores de alimentos orgânicos também foi expressivo nos últimos anos (ORGANICSNET, 2015). Por conta do aumento da demanda por produtos orgânicos e do número de produtores que adotam esse tipo de cultivo, torna-se necessário desenvolver pesquisas que possam auxiliar esses agricultores. Nesse sentido, pesquisas que abordem a diversidade de insetos e o manejo de pragas em áreas de cultivo orgânico são relevantes.

SMITH (1993) publicou uma pesquisa de qualidade nutricional dos alimentos orgânicos e convencionais, comparando-os quanto aos teores de macro e micronutrientes e metais pesados, comprovando a superioridade dos orgânicos em minerais e indicando que possuem menores teores de metais pesados.

O sistema de cultivo orgânico apresenta várias características que promovem a sustentabilidade produtiva e ambiental, incluindo a elevada diversidade de espécies cultivadas, que possibilita a existência de interações ecológicas importantes para reduzir a necessidade de utilização de insumos externos (NODARI & GUERRA, 2015). Os agricultores que adotam os princípios da agricultura orgânica buscam entender e usufruir das interações entre as espécies presentes nas áreas cultivadas (GLIESSMAN, 2000; ASSIS, 2006; NODARI & GUERRA, 2015). O sistema de produção orgânica de alimentos visa maximizar os impactos socioambientais positivos da agricultura, incrementar a fertilidade do solo através de técnicas sustentáveis, reduzir a ocorrência de poluição causada por agrotóxicos e fertilizantes e apresentar uma elevada diversidade genética na área cultivada (SANTOS & MONTEIRO, 2004; SILVA *et al.*, 2010; MEIRELLES & RUPP, 2014). Além disso, produtores orgânicos utilizam geralmente insumos gerados na propriedade para a adubação e o controle de pragas, utilizando ainda insetos predadores e a rotação de culturas para tal (WILKINS & HILLERS, 1994; DIAS *et al.*, 2015).

Dentre os sistemas de cultivo que causam menos impactos negativos ao meio ambiente podemos citar o Projeto “PAIS” Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, no qual

agricultores familiares produzem sem o uso de agrotóxicos, com a preocupação de preservar o meio ambiente, proporcionar segurança alimentar e renda aos agricultores. O sistema possibilita o cultivo de diversas hortaliças, frutas e plantas medicinais que podem ser plantadas num sistema de consórcio. É incentivada também a prática da rotação de culturas para prevenir pragas e doenças (SEBRAE, 2013).

Algumas espécies de animais são consideradas pragas agrícolas, muitas vezes causando perdas econômicas consideráveis. As pragas agrícolas constituem espécies que provocam danos às plantas cultivadas, reduzindo a produção ou a qualidade do que é produzido (SOUZA *et al.*, 2008). Por outro lado, os inimigos naturais das pragas agrícolas, como os parasitoides, os predadores e os patógenos, podem reduzir a densidade das pragas nas áreas cultivadas, seja por causar a morte dos indivíduos que são pragas agrícolas ou pela redução da sua capacidade reprodutiva (SOARES *et al.*, 2008). Assim, esses inimigos naturais podem ser utilizados para minimizar os danos causados pelas pragas, sendo agentes de controle biológico, reduzindo inclusive a utilização de agrotóxicos e, conseqüentemente, a contaminação do solo, rios e plantas. As formigas são comuns nas áreas agrícolas, onde podem assumir o papel de pragas ou de inimigos naturais de insetos-praga (FONSECA & DIEHL, 2004; LANGE *et al.*, 2008).

As formigas pertencem à ordem Hymenoptera e à família Formicidae (BACCARO *et al.*, 2015). Hymenoptera é um táxon bastante diverso, pois apresenta cerca de 115.000 espécies descritas (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011). Para a região Neotropical, são conhecidas aproximadamente 76 famílias e 24.000 espécies de himenópteros (FERNÁNDEZ & SHARKEY, 2006). No Brasil, são conhecidas aproximadamente 10 mil espécies de himenópteros (RAFAEL *et al.*, 2012). No mundo estima-se que existam mais de 20 mil espécies de formigas e em 2015, eram conhecidas pela ciência aproximadamente 13.000 espécies mundialmente (BACCARO *et al.*, 2015) que se distribuem em 16 subfamílias e 322 gêneros (BOLTON, 2014). Dentre esse total, cerca de 2.500 espécies de formigas conhecidas ocorrem no Brasil (LEWINSOHN *et al.*, 2005).

Em florestas tropicais, as formigas são um dos grupos dominantes em biomassa e número de espécies (RAMOS, 2001). As formigas, assim como os cupins, algumas abelhas e vespas são consideradas insetos eussociais pela sobreposição de gerações em um mesmo ninho, pelo cuidado com a prole e a divisão de tarefas entre indivíduos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Os insetos sociais apresentam geralmente um grande número de indivíduos vivendo em conjunto, o que favorece a organização na divisão de tarefas e troca de informações, inclusive sobre a presença de inimigos naturais e a localização de alimentos (DUNCAN & RATNIEKS, 2006).

As colônias de formigas possuem geralmente uma estrutura complexa e, dependendo da espécie de formiga, são muito abundantes, pois um ninho pode possuir 30 milhões de indivíduos (CAETANO *et al.*, 2002). Além disso, a família Formicidae é bastante diversificada e apresenta espécies com a capacidade de viver em diferentes ambientes (MARIANO, 2004). Em virtude de sua facilidade de adaptação a diversos ambientes, suas interações ecológicas e a sua capacidade de exercer intensa movimentação de solo, as formigas possuem elevada relevância ecológica, sendo denominadas engenheiras do ecossistema, possuindo alta importância para a manutenção de processos ecológicos (BROWN & DOMÍNGUEZ, 2010; CREPALDI *et al.*, 2014). Também são excelentes bioindicadoras da sustentabilidade dos agroecossistemas, do estado de conservação de ecossistemas naturais e da biodiversidade (ALONSO & AGOSTI, 2000). Sua importância médica ocorre por várias espécies que habitam áreas com ocupação humana disseminarem microrganismos patógenos (PEREIRA & UENO, 2008). Além disso, algumas espécies causam severos prejuízos econômicos em áreas cultivadas (OLIVEIRA *et al.*, 2011), como as cortadeiras, representadas pelos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) que, entre



as formigas, são consideradas as principais pragas em áreas agrícolas e florestais no Brasil (DELLA LUCIA & MOREIRA, 1993). Segundo HADDAD JUNIOR (2009) espécies como a formiga-lava-pés (*Solenopsis* spp.) e a pixixica ou pequena-formiga-de-fogo (*Wasmannia auropunctata*, Roger 1863), encontradas em ambientes rurais, podem ser problemáticas por ferroarem agricultores. Algumas espécies de formigas podem se associar a insetos sugadores de seiva, protegendo tais insetos em troca de se alimentar das suas fezes açucaradas, essa interação aumenta a densidade desses insetos sugadores (IMENES & IDE, 2002).

Apesar do prejuízo econômico causado por algumas espécies de formigas a mirmecofauna apresenta influências positivas nos ecossistemas naturais e nas áreas cultivadas. Segundo estudos realizados por ALMEIDA (2012) as formigas que constroem seus ninhos no solo alteram suas características ao revolvê-lo e ao levar material orgânico para sua alimentação no formigueiro, modificando assim sua textura e a distribuição de nutrientes. Diversas espécies de formigas, incluindo as poneromorfas, agem sobre a estrutura física e nas características químicas do solo, e segundo pesquisas realizadas por PASSOS & OLIVEIRA (2002; 2004) a presença de ninhos de *Pachycondyla striata* (Fr. Smith, 1858) e *O. chelifera* (Latreille), aumentaram a concentração de nitrogênio, fósforo, boro, ferro, cálcio, potássio e matéria orgânica em comparação aos solos vizinhos, além dos solos dos ninhos apresentarem menor concentração de alumínio e maior pH. ALMEIDA & QUEIROZ (2015) citam que o aumento das concentrações de nutrientes necessários para as plantas e o uso de frutos como alimento pelas poneromorfas podem conjuntamente aumentar a diversidade de plantas nas proximidades dos seus ninhos.

Formigas que utilizam recursos fornecidos por plantas possuem comportamento agressivo e predatório, podendo reduzir efetivamente a abundância e a atividade alimentar de herbívoros, aumentando o sucesso reprodutivo das plantas visitadas (OLIVEIRA, 1997; OLIVEIRA *et al.*, 1999; SOBRINHO *et al.*, 2002). Cabe ainda ressaltar que, juntamente com os pássaros, as formigas são consideradas as principais predadoras de larvas de lepidópteros (SCOBLE, 1995; SALAZAR & WHITMAN, 2001). Também são consideradas, depois dos vertebrados, as principais dispersoras de sementes em ambientes terrestres (STILES, 1980).

Formigas predadoras são de grande importância no manejo integrado, sendo responsáveis pela mortalidade de pragas no agroecossistema, podendo ser utilizadas como agentes de controle de pragas isoladamente ou em integração com outros métodos, beneficiando assim os agricultores (GALLO *et al.*, 1988). Dentre as formigas predadoras, as espécies dos gêneros *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, *Labidus*, *Neivamyrmex*, *Neoponera*, *Odontomachus* e *Pachycondyla* são importantes para o controle biológico natural das populações de insetos-praga (HÖLLDOBLER & O. WILSON, 1990; MEDEIROS, 1997; KASPARI & O'DONNELL, 2003; PETERNELLI *et al.*, 2004; DELABIE *et al.*, 2007; O'DONNELL *et al.*, 2007; KASPARI *et al.*, 2011; BACCARO *et al.*, 2015).

O presente estudo teve como objetivo geral investigar a diversidade e as funções da mirmecofauna em áreas cultivadas com o sistema convencional e orgânico. O trabalho foi dividido em dois capítulos. O primeiro teve por objetivo avaliar a riqueza, diversidade, abundância e composição da fauna de formigas em áreas de cultivo orgânico e de cultivo convencional. Além disso, também teve como objetivo avaliar os fatores que influenciam a mirmecofauna nas áreas cultivadas. Já no segundo capítulo, o objetivo foi estudar os grupos funcionais de formigas em áreas de cultivo orgânico e cultivo convencional, investigar a influência da mirmecofauna sobre a abundância de outros insetos nos agroecossistemas e comparar a fauna de artrópodes, com ênfase nos insetos, em áreas com cultivo convencional e orgânico. Também teve como objetivo identificar as espécies de formigas benéficas ou causadoras de problemas nos agroecossistemas estudados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.L.; AZEVEDO, M.S.F.R.; CARDOSO, M.O.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M.; MEDEIROS, C.A.B.; NEVES, M.C.P.; NUNES, M.U.C.; RODRIGUES, H.R.; SAMINEZ, T. C. O; VIEIRA, R.C.M. **Agricultura Orgânica: Instrumento para a Sustentabilidade dos Sistemas de Produção e Valoração de Produtos Agropecuários**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 22p.

ALMEIDA, F.S. **Formigas como engenheiras de ecossistemas: influência sobre as características químicas do solo e a distribuição de sementes e plantas**. 2012. Tese (Doutorado em ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012. 69p.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J.M. Formigas poneromorfas como engenheiras de ecossistemas: impactos sobre a biologia, estrutura e fertilidade dos solos. p.439-449. IN: DELABIE, J.H.C. *et al.* **As formigas poneromorfas do Brasil**. Ilhéus: Editus, 2015.

ALONSO, L.E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring and ants: an overview. p.1-8. IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (EDS). **Ants: Standard Methods For Measuring And Monitoring Biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.

ANVISA. **Agência Nacional De Vigilância Sanitária**. Problemas de saúde relacionados à exposição por agrotóxicos. Brasília, 2003. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117818/Relat%25C3%25B3rio%2BPARA%2B2012%2B2%25C2%25AA%2BEtapa%2B-%2B17\\_10\\_14-Final.pdf/3bc220f9-8475-44ad-9d96-cbbc988e28fa](http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117818/Relat%25C3%25B3rio%2BPARA%2B2012%2B2%25C2%25AA%2BEtapa%2B-%2B17_10_14-Final.pdf/3bc220f9-8475-44ad-9d96-cbbc988e28fa)>. Acesso em: 24 jan.2017.

ASSIS, R.L. DE. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada**, v.10, n.1, p.75-89, 2006.

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

BERGAMIN, A.F.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3ed. São Paulo: Editora Ceres, 1995. 587p.

BOBROWSKI, V.L.; FIUZA, L.M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M.H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciencia Rural**, v.33, n.5, p.843-850, 2003.

BOLTON, B. **Taxonomic History**. 2014. Disponível em: <<http://www.antweb.org/description.do?name=formicidae&rank=family&project=allantwebants>>. Acesso em: 23 de Jun. de 2015.

BORGES FILHO, E.L. **Da redução de insumos agrícolas à agroecologia: a trajetória das pesquisas com práticas agrícolas mais ecológicas na EMBRAPA.** 2005. Tese (Doutorado em Economia Aplicada). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. 279p.

BOURN, D.; PRESCOTT, J.A. Comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, n.1, p.1-34, 2002.

BROWN, G.G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas. 3º Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas. **Acta Zoológica Mexicana**, v.26, n.2, p.1-18, 2010.

CAETANO, F.H.; JAFFÉ, K.; ZARA, F.J. **Formigas: Biologia e Anatomia.** Rio Claro, 2002. 42p.

CAGED. **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados.** 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/01/agropecuaria-se-destaca-e-gera-9-8-mil-empregos-em-2015>>. Acesso em: 05 fev.2017.

CALIXTO, J.B. **Medicamento fitoterápico no Brasil: produção indiscriminada sem o cumprimento da lei.** 2003. Disponível em: <<http://www.conteudoexpresso.com.br/MostraConteúdo.asp>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

CAPORAL F. **Em defesa de um Plano Nacional de Transição Agroecológica: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações.** Brasília; 2008. 35p.

CARSON, R. **Silent Spring.** Editora Houghton Mifflin. 1962. 327p.

CASTRO, C.M. DE; ALMEIDA, D.L. DE; RIBEIRO, R. DE L.D.; CARVALHO, J.F. DE. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.495-502, 2005.

CAUME, D.J. Segurança alimentar reforma agrária e agricultura familiar. **Revista Extensão e Cultura**, v.1, p.36-39, 2003.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento.** Safra 2015/16. 2016. Disponível em: <[www.conab.gov.br/Acompanhamento da safra brasileira de grãos.](http://www.conab.gov.br/Acompanhamento%20da%20safra%20brasileira%20de%20gr%C3%A3os)>. Acesso em: 05 mai. 2016.

CREPALDI, R.A.; PORTILHO, I.I.R.; SILVESTRE, R.; MERCANTE, F.M. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.44, n.5, p.781-787, 2014.

CRIBB, J. **The Coming Famine: The global food crisis and what we can do to avoid it,** University of California Press: California, 2010. 264p.

CUNHA, N.R.S.; LIMA, J.E.; GOMES, M.F.M.; BRAGA, M.J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Estudos Regionais**, v.46, n.2, p.291-323, 2008.

- DAROLT, M.R. **Agricultura orgânica**: inventando o futuro. IAPAR, Londrina, 2002. 250p.
- DEGRANDE, P.E.; OLIVEIRA, M.A.; RIBEIRO, J.F.; BARROS, R.; NOGUEIRA, R.F.; RODRIGUES, A.L.L.; FERNANDES, M.G. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.70, n.3, p.291-294, 2003.
- DELABIE, J.H.C.; ALVES, H.S.R.; FRANÇAL, V.C.; MARTINS, P.T. DE A.; NASCIMENTO, I.C. DO. Biogeografia das formigas predadoras do gênero *Ectatomma* (Hymenoptera: Formicidae: *Ectatomminae*) no leste da Bahia e regiões vizinhas. **Agrotropica**, v.19, p.13- 20, 2007.
- DELLA LUCIA, T.M.C.; MOREIRA, D.D.O. Caracterização dos ninhos. IN: DELLA LUCIA, T.M.C. (ED). **As formigas cortadeiras**. Viçosa-MG: Folha de Viçosa, p.32-42, 1993.
- DIAS, V. DA V.; SCHULTZ, G.; SCHUSTER, M. DA S.; TALAMINI, E.; RÉVILLION, J. P. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. **Ambiente & Sociedade**, v.18, n.1, p.161-182, 2015.
- DUNCAN, E.J.; RATNIEKS, F.L.W. Communication in ants. **Current Biology**, v.16, p.570-574, 2006.
- EHLERS, E.M. **O que se entende por agricultura sustentável?** Tese (Mestrado em Ciência Ambiental) Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 1994. 161p.
- EHLERS, E.M. **Agricultura sustentável: origem e perspectivas de um novo paradigma**. 2ed. Guaíba, Agropecuária, 1999. 157p.
- EMBRAPA. **Agroecologia: Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Saudável**. 1ed. Brasília, DF: Embrapa, 2005.
- FADINI, M.A.M.; LOUZADA, J.C.N. Impactos ambientais da agricultura convencional. **Informe Agropecuário**, v.22, n.213, p.24-29, 2001.
- FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M.J. (EDS). **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. **Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia**. Bogotá. 2006. 894p.
- FONSECA, R.C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, p.95-100, 2004.
- FORERO, E. Los jardines botánicos y la conservación de la naturaleza. **Acta Botanica Brasílica**, v.3, n.2, p.315-322, 1989.
- FREITAS, J.C. DE. **Agricultura Sustentável**: Uma análise comparativa dos fatores de produção entre Agricultura Orgânica e Agricultura Convencional. 2002. Dissertação

(Mestrado em Economia) - Departamento de Economia. Universidade de Brasília, Brasília. 2002.

FREITAS, J.P.; MEDEIROS, M.C.S.; SILVA, J.A.L.; FREITAS, F.E.; SILVA NETO, M.F. Agroecologia como alternativa para mudanças de um estilo de agricultura convencional para uma agricultura de base familiar: o caso do assentamento Santo Antônio no Município de Cajazeiras-PB. **Revista de Geografia Agrária**, v.9, n.17, p.436-468, 2014.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.P.R.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. 2ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.

GIULIETTI, A.M.; FORERO, E. "Work shop" Diversidade taxonômica das Angiospermas Brasileiras. **Acta Botanica Brasilica**, v.4, n.1, p.3- 10, 1990.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre, UFRGS, 2000. 653p.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; NERI, D.K.P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.18-23, 2009.

HADDAD JUNIOR V. Identificação de enfermidades agudas causadas por animais e plantas em ambientes rurais e litorâneos: auxílio à prática dermatológica. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. Botucatu, SP, v.84, n.4, p.343-8, 2009.

HECHT, S.B. A evolução do pensamento agroecológico. IN: ALTIERI, M. (ED), **Agroecologia – as bases científicas da agricultura alternativa**. p.25-41, 1989.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. Cambridge, Belknap/Harvard University. 1990. 732p.

IMENES, S. DE L.; IDE, S. Principais grupos de insetos-pragas em plantas de interesse econômico. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal. **Instituto Biológico São Paulo - SP Biológico**, São Paulo, v.64, n.2, p.235-238, 2002.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 007, DE 17 DE MAIO DE 1999. **Ministério de agricultura e do abastecimento**. 1999. Disponível em: <[http://ibd.com.br/Media/arquivo\\_digital/c40fe6c4-51f3-414a-9936-49ea814fd64c.pdf](http://ibd.com.br/Media/arquivo_digital/c40fe6c4-51f3-414a-9936-49ea814fd64c.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2017.

JARDIM, I.C.S.F.; ANDRADE, J. DE A. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: Uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs. **Química Nova**, v.32, n.4, p.996-1012, 2009.

KAMIYAMA, A.; MARIA, I.C. DE; SOUZA, D.C.C. DE; SILVEIRA, A.P.D. DA. Percepção ambiental dos produtores e qualidade do solo em propriedades orgânicas e convencionais. **Bragantia**, v.70, n.1, p.176-184, 2011.

KASPARI, M.; O'DONNELL, S. High rates of army ant raids in the Neotropics and implications for ant colony and community structure. **Evolutionary Ecology Research**, v.5, p.933–939, 2003.

KASPARI, M.; POWELL, S.; LATTKE, J.; O'DONNELL, S. Predation and patchiness in the tropical litter: do swarm-raiding army ants skim the cream or drain the bottle? **Journal of Animal Ecology**, v.80, p.818–823, 2011.

KIM, S.I.; ROH, J.Y.; KIM, D.H.; LEE, H.S.; AHN, Y.J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.293-303, 2003.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J.P.G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.210, p.10-17, 2001.

KRIEGER, H.; BEIGUELMAN, B.; DE CAMARGO, E.P.; KRIEGER, M.; VANIN, S.A. Área de Ciências Biológicas. **Parcerias estratégicas**. Academia Brasileira de Ciências: Edição especial. Brasília: MCT, Centro de estudos estratégicos. 2009.

LACAVALA, P.T.; AZEVEDO, J.L. Técnicas moleculares aplicadas ao estudo de ecologia microbiana. IN: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (EDS). **Microbiologia Ambiental**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, Brasil, p.107-124, 2008.

LANGE, D.; FERNANDES, W.D.; RAIZER, J.; FACCENDA, O. Predacious Activity of Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Conventional and in No-till Agriculture Systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, n.6, p.1199-1207, 2008.

LEWINSOHN, T.M., FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. Conservação de Invertebrados terrestres e seus habitats no Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.62-69, 2005.

LOPES, P.R.; LOPES, K.C.S.A. Sistemas de produção de base ecológica – a busca por um desenvolvimento rural sustentável. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v.4, n.1, 2011.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/12/produto-interno-bruto-da-agropecuaria-deve-ser-de-rs-1-trilhao>>. Acesso em: 04 out. 2015.

MARIANO, C. DOS S. F. **Evolução cariotípica em diferentes grupos de formicidae**. 2004. Tese (Doutor Scientiae). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004. 155p.

MARTINE, G. A trajetória da modernização agrícola: a quem beneficia? **Lua Nova**, São Paulo, n.23, p.7-37, 1991.

MATSUMURA, E.S. **A agricultura convencional e a agricultura sintrópica: uma discussão inicial**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia ambiental). Universidade Estadual Paulista, 2016. 48p.

MAXTED, N.; FORD-LOYD, B.V.; HAWKES, J.G. (ED) **Plant genetic conservation**. London: Chapman & Hall, 1997. 446p.

MAZZOLENI, E.M.; NOGUEIRA, J.M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, v.44, n.2, p.263-293, 2006.

MEDEIROS, F.N. DA S. **Ecologia comportamental da formiga *Pachycondyla striata* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae) em uma floresta do Sudeste do Brasil**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997. 70p.

MEIRELLES, L.R.; RUPP, L.C.D. **Agricultura Ecológica: Princípios Básicos**. 2005. 72p. Disponível em: <<http://www.centroecologico.org.br/agricultura.php>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p.

MÜLLER, J.E. **Agroecologia: a semente da sustentabilidade**. Florianópolis: Epagri, 2009. 211p.

NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, v.29, n.83, p.183-207, 2015.

O'DONNELL, S., LATTKE, J.; POWELL, S., KASPARI, M. Army ants in four forests: geographic variation in raid rates and species composition. **Journal of Animal Ecology**, v.76, p.580–589, 2007.

OLIVEIRA, A.F.S.; KHAN, A.S.; LIMA, P.V.; SILVA, L.M.R. A Sustentabilidade da agricultura orgânica familiar dos produtores associados à APOI (Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba-CE). IN: **Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural**, Rio Branco. Anais. Amazônia, mudanças globais e agronegócio: o desenvolvimento em questão. Brasília: SOBER, v.1, p.1-20. 2008.

OLIVEIRA, M.A.; DELLA LUCIA, T.M.C.; MORATO, E.F., AMARO, M.A.; MARINHO, C.G.S. Vegetation structure and richness: effects on ant fauna of the Amazon - Acre, Brazil (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v.57, p.243-267, 2011.

OLIVEIRA, P.S. The ecological function of extrafloral nectaries: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (*Caryocaraceae*). **Functional Ecology**, v.11, p.323-330, 1997.

OLIVEIRA, P.S.; RICO-GRAY, V.; AZ-CASTELAZO, C.; CASTILLO-GUEVARA, C. Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opuntia stricta* (*Cactaceae*). **Functional Ecology**, v.13, p.623-631, 1999.

ORGANICSNET. **Conversão Orgânica no Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://www.organicsnet.com.br/>>. Acesso em: 04 out.2015.

PASSOS, L.; OLIVEIRA, P.S. Ants affect the distribution and performance of *Clusia criuva* seedlings, a primarily bird-dispersed rain forest tree. **Journal of Ecology**, v.90, p.517–528, 2002.

PASSOS, L.; OLIVEIRA, P.S. Interactions between ants and fruits of *Guapira opposita* (*Nyctaginaceae*) in a Brazilian sand plain rain forest: ant effects on seeds and seedling. **Oecologia**, v.139, p.376-382, 2004.

PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.15, n.43, p.303-326, 2001.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R.M.; RAMOS, V.C.; PRATA, A.P. DO N.; LUCAS, A.A.T.; SANTOS, P.B. DOS S. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. Causes and consequences of the process of soil salinization. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v.19, n.2, p.1308-1324, 2015.

PENTEADO, S.R.C.; LAZZARI, S.M.N.; REIS FILHO, W.; NICKELE, M.A. Associação entre *Cinara atlantica*, seus inimigos naturais e formigas. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.32, n.71, p.309-320, 2012.

PEREIRA, R. DOS S.; UENO, M. Formigas como veiculadoras de microrganismos em ambiente hospitalar (Ants as carriers of microorganisms in hospital environments). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v.41, n.5, p.492-495, 2008.

PERES, F.; MOREIRA, J.C. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.4, p.612-621, 2007.

PERES, F.; MOREIRA, J.C.; DUBOIS, G.S. Agrotóxicos, saúde e ambiente: Uma introdução ao tema. IN: PERES, F.; MOREIRA, J.C. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Fiocruz. p.21-41, 2003.

PESSOA, M.C.P.Y.; SILVA, A.S.; CAMARGO, C.P. **Qualidade e certificação de produtos agrícolas**. Brasília: Embrapa, 2002. 188p.

PETERNELLI, E.F. DE O.; DELLA LUCIA, T.M.C.; MARTINS, S.V. Espécies de formigas que interagem com as sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, p.733-738, 2004.

PORTAL BRASIL. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/03/em-um-ano-total-de-produtores-organicos-cresce-51>>. Acesso em: 04 out. 2015.

RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil**. Diversidade e Taxonomia. 1ed. Ribeirão Preto: Holos, 2012. 810 p.

RAMBOW, C.; PANICHI, V.B.S.; FIGUEIREDO, J.A.S. Risco: a percepção da comunidade ribeirinha do Rio dos Sinos em relação ao uso de defensivos agrícolas. **Revista Eletrônica de Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.18, n.2, p.796-802, 2014.

RAMOS, L.S. **Impacto de práticas silviculturais sobre a diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais**. 2001. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2001. 111p.



RODRIGUES, W.C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Informativo dos entomologistas do brasil**. n.4, p.01-04, 2004.

SALATI, E.; SANTOS, Â.A. DOS; KLABIN, I. Temas ambientais relevantes. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.20, n.56, p.107-127, 2006.

SALAZAR, B.A.; WHITMAN, D.W. Defensive tactics of caterpillars against predators and parasitoids. p.161-207. IN: ANANTHAKRISHNAN, T.N. (ED). **Insects and plant defences dynamics**. Science Publishers, Plymouth. 2001. 253p.

SANTOS, F.S. DOS. **A importância da Biodiversidade**. **Revista Científica de Educação a Distância**. Edição Especial, 2010. 17p.

SANTOS, G.C. DOS; MONTEIRO, M. Sistema orgânico de produção de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.15, n.1, p.73-86, 2004.

SANTOS, M.S. DOS. **Diagnóstico do cultivo orgânico e convencional e insetos associados no município de Paraíba do Sul-RJ**. 2016. Monografia (graduação) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios. 2016. 34p.

SCOBLE, M.J. **The Lepidoptera: form, function, and diversity**. 2ed. Oxford University Press, Oxford. 1995. 420p.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cartilha Pais, Produção Agroecológica Integrada E Sustentável**, Brasília, 2013. Disponível em: <[http://uc.sebrae.com.br/files/institutional-publication/pdf/cartilha\\_pais\\_2013.pdf](http://uc.sebrae.com.br/files/institutional-publication/pdf/cartilha_pais_2013.pdf)>. Acesso em: 04 dez. 2016.

SERRA, L.S.M.; MENDES, R.F.; SOARES, M.V. DE A.; MONTEIRO, I.P. Revista do CEDS. Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. **Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**. v.1, n.4, 2016.

SILVA, A.B. DA; BRITO, J.M. DE. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Agropecuária Técnica**, v.36, 2015.

SILVA, F.Q.P.O.; FOSCACHES, C.A.L; LIMA FILHO, D.O. O perfil do consumidor de produtos orgânicos na cidade de Campo Grande-MS. IN: **Semead Seminários em Administração – Sustentabilidade Ambiental nas organizações**. 13. Anais. São Paulo, p.1-20, 2010.

SMITH, B.L. Organic Foods vs Supermarket Foods: Element Levels. **Journal of Applied Nutrition**, p.45-1, 1993.

SOARES, J.J.; NASCIMENTO A.R.B. DO; SILVA, M.V. DA. Predadores e Parasitóides Chaves e Seletividade de Inseticidas na Cultura Algodoeira. **Embrapa Algodão. Documentos**, 209. Campina Grande, PB. 2008. 29p.

SOARES FILHO, R.; DA CUNHA, J.P.A.R. Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás, Brasil. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.689-698, 2015.

SOARES, W.L. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura**. 2010. Tese (Doutor em Ciências). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro. 2010. 150p.

SOBRINHO, T.G.; SCHOEREDER, J.H.; RODRIGUES, L.L.; COLLEVATTI, R.G. Ant visitation (Hymenoptera: Formicidae) to extrafloral nectaries increases seed set and seed viability in the tropical weed *Triumfetta semitriloba*. **Sociobiology**, v.39, p.353-368, 2002.

SOUZA, J.L. Manejo orgânico de solos: a experiência da Emcaper. Viçosa, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.4, p.13-16, 2000.

SOUZA, J.L. DE; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564p.

SOUZA, J.R. DE; FERREIRA, E.; CHAGAS, E.F. DAS; MONDEGO, J.M.; MACIEL, A.A.S.; SARDINHA, D.H.S.; GONÇALVES, K.K.M.; CARVALHO FILHO, J.A. Resistência do tipo antibiose a ninfas de *Tibraca limbativentris* (stal,1860) (Heteroptera: Pentatomidae) em variedades de arroz. **Arquivos do Instituto Biológico**. v.75, n.3, p.321-326, 2008.

STEFANO, N.M. Quadro atual dos produtos orgânicos e comportamento do consumidor. **InterfacEHS - Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v.8, n.1, p.70-101, 2013.

STILES, E.W. Patterns of fruit presentation and seed dispersal in bird-disseminated woody plants in the earsten deciduous forest. **American Nature**, v.116, p.670-688, 1980.

TELO, F.; DE DAVID, C. O rural depois do êxodo: as implicações do despovoamento dos campos no distrito de Arroio do Só, município de Santa Maria, RS, Brasil. **Mundo agrário**, v.13, n.25, 2012.

TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. **Estudo dos Insetos** -Tradução da sétima edição de Borror and DeLong's "Introduction to the study of insects". Editora Cengage Learning, São Paulo, 2011. 809p.

VEIGA, J.E. DA. A agricultura no mundo moderno: diagnóstico e perspectivas. p.199-213. IN: TRIGUEIRO, A. **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

WILKINS, J.L.; HILLERS, V.N. Influences of pesticide-residue and environmental concerns on organic food preference among food cooperative members and non-members in Washington- State. **Journal of Nutrition Education**, v.26, n.1, p.26-33, 1994.

ZARBIN, P.H.G.; RODRIGUES, M.A.C.M.; LIMA, E.R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**. v.32, n.3, p.722-731, 2009.

## **CAPÍTULO I**

### **DIVERSIDADE, RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DA MIRMECOFAUNA EM ÁREAS SOB CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL**

## RESUMO

Esse capítulo teve como objetivo avaliar a riqueza, a diversidade, a abundância e a composição da fauna de formigas em áreas com cultivo orgânico e convencional. Também objetivou estudar os fatores que influenciam a mirmecofauna nas áreas cultivadas. O estudo foi realizado em oito propriedades rurais com cultivo orgânico e oito com cultivo convencional, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Em cada área cultivada foram instaladas para a coleta das formigas 15 armadilhas de solo tipo *pitfall* a dez metros de distância entre si, permanecendo 48 horas ativas no campo. As formigas coletadas foram triadas, fixadas em via seca e identificadas, sempre que possível ao nível de espécie. Também foram obtidas, em cada área cultivada, a profundidade da cobertura morta, a luminosidade, a temperatura do ar, o número de espécies cultivadas, o tamanho da área cultivada e a distância da área cultivada para o remanescente florestal mais próximo. Foram coletadas 48 espécies de formigas no total, pertencentes a sete subfamílias e 23 gêneros. A subfamília com maior número de espécies foi Myrmicinae (22 espécies), seguida de Formicinae (10 espécies). O gênero que apresentou o maior número de espécies foi *Camponotus* (9 espécies), seguido de *Pheidole* e *Solenopsis* (5 espécies cada). Foram coletadas 29 espécies de formigas nos cultivos convencionais e 38 espécies nos cultivos orgânicos. Pela análise das curvas de acumulação de espécies (Método Mao Tau), observou-se que a riqueza total de espécies de formigas foi significativamente maior nos cultivos orgânicos que nos convencionais. A riqueza média de espécies de formigas (Teste t;  $p < 0,02$ ), a diversidade média de espécies (Teste t;  $p = 0,05$ ) e a abundância média (Teste t;  $p < 0,01$ ) foram significativamente maiores nas áreas com cultivo orgânico que nos cultivos convencionais. A distância para a floresta mais próxima, a luminosidade e o tamanho da área cultivada não variaram significativamente entre cultivos convencionais e orgânicos (Teste t;  $p > 0,05$ ). O número de espécies cultivadas e a profundidade de cobertura morta foram significativamente maiores nas áreas com cultivo orgânico (Teste t;  $p < 0,05$ ). A temperatura do ar foi significativamente maior nos cultivos convencionais (Teste t;  $p < 0,02$ ). Com a Regressão Múltipla Passo-a-passo (*stepwise*) foi observado que o tipo de cultivo (convencional ou orgânico), o número de espécies cultivadas, a profundidade de cobertura morta e a temperatura estiveram entre as variáveis que mais afetaram a riqueza, diversidade e abundância de formigas. Observou-se ainda que a composição de espécies de formigas variou significativamente entre áreas com cultivo convencional e orgânico (ANOSIM,  $R = 0,6099$ ,  $p < 0,01$ ), estando correlacionada com características das áreas cultivadas. Assim, conclui-se que áreas com cultivo orgânico de alimentos são mais propícias para a manutenção de uma mirmecofauna com maior riqueza e diversidade de espécies que áreas com cultivo convencional. Além disso, a fauna de formigas nos cultivos orgânicos é mais abundante e apresenta composição de espécies diferenciada dos cultivos convencionais. As características das áreas cultivadas influenciam a riqueza, a diversidade e a abundância da mirmecofauna.

**Palavras-chave:** biodiversidade, fatores ambientais, insetos.

## ABSTRACT

This chapter aimed to evaluate the richness, diversity, abundance and composition of the ant fauna in areas with organic and conventional cultivation. It also aimed to study the factors that influence the myrmecofauna in the cultivated areas. The study was carried out in eight farms with organic cultivation and eight with conventional cultivation, in the city of Paraíba do Sul, state of Rio de Janeiro. In each cultivated area, 15 traps of pitfall type were installed for the collection of the ants, ten meters apart, remaining 48 hours active in the field. The collected ants were sorted, fixed in a dry way and identified, whenever possible at the species level. The depth of mulching, luminosity, air temperature, the number of cultivated species, the size of the cultivated area and the distance from the cultivated area to the nearest forest remnant were also obtained in each cultivated area. A total of 48 species of ants were collected, belonging to seven subfamilies and 23 genera. The subfamily with the highest number of species was Myrmicinae (22 species), followed by Formicinae (10 species). The genus that presented the largest number of species was *Camponotus* (9 species), followed by *Pheidole* and *Solenopsis* (5 species each). Twenty - nine species of ants were collected in conventional crops and 38 species in organic crops. By analyzing the species accumulation curves (Mao Tau Method), it was observed that the total richness of ant species was significantly higher in organic than in conventional crops. The mean richness of ant species (Test t,  $p < 0.02$ ), mean species diversity (Test t,  $p = 0.05$ ) and mean abundance (Test t,  $p < 0.01$ ) were significantly higher in areas with organic cultivation than in conventional crops. The distance to the nearest forest, the luminosity and the size of the cultivated area did not vary significantly between conventional and organic crops (Test t;  $p > 0.05$ ). The number of cultivated species and the depth of dead cover were significantly higher in areas with organic cultivation (Test t,  $p < 0.05$ ). The air temperature was significantly higher in conventional cultures (t test,  $p < 0.02$ ). With Stepwise Multiple Regression it was observed that the type of cultivation (conventional or organic), the number of cultivated species, depth of mulching and temperature were among the variables that most affected the richness, diversity and an abundance of ants. It was also observed that the composition of ant species varied significantly between areas with conventional and organic cultivation (ANOSIM,  $R = 0.6099$ ,  $p < 0.01$ ), being correlated with the characteristics of the cultivated areas. Thus, it is concluded that areas with organic food crops are more propitious for the maintenance of a myrmecofauna with greater richness and species diversity than areas with conventional cultivation. In addition, the ant fauna in organic crops is more abundant and has a different species composition from conventional crops. The characteristics of cultivated areas influence the richness, diversity and abundance of the myrmecofauna.

**Key Word:** biodiversity, environmental factors, insects.

# 1 INTRODUÇÃO

Os insetos constituem a maior parcela da biodiversidade do planeta e muitas espécies são abundantes em agroecossistemas convencionais e orgânicos (GALLO *et al.*, 2002). Dentre os insetos que são encontrados em áreas cultivadas destacam-se as formigas, pois apresentam elevada abundância e riqueza de espécies nesses ambientes, algumas espécies são pragas agrícolas como, por exemplo, as formigas-cortadeiras (DELLA LUCIA, 1993; COSTA *et al.*, 2008) e exercem diversas funções ecológicas.

Nas áreas agrícolas as formigas podem ser afetadas por alterações ambientais provocadas pelos seres humanos e pelos tratamentos culturais, como o uso de inseticidas, que causam a mortalidade de formigas, suas presas e inimigos naturais (BOARETTO & FORTI, 1997; ZANETTI *et al.*, 2003). São afetadas também pela prática de queimadas e alterações na heterogeneidade ambiental, com a substituição de florestas naturais por agroecossistemas (MARTINS *et al.*, 2011), além de alterações no microclima, na disponibilidade de alimentos, na estrutura da vegetação (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; LOBRY DE BRUYN, 1999), na temperatura e na luminosidade ao nível do solo (LEVINGS, 1983; ANDERSEN, 1991; CERDÁ *et al.*, 2002). As características da cobertura morta também podem influenciar a mirmecofauna, pois representa recursos de nidificação e alimento (KASPARI, 2000; CARVALHO & VASCONCELOS, 2002; VARGAS *et al.*, 2007; BRAGA *et al.*, 2010). Outros fatores que podem ser importantes na estruturação das comunidades de formigas são o tamanho do habitat, a distância entre áreas de cultivo e fragmentos florestais (GOMES *et al.*, 2010) e o número de plantas cultivadas (MARINHO *et al.*, 2002; ARAÚJO *et al.*, 2004; BICKEL & WATANASIT, 2005; GOMES *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2011).

Agroecossistemas mais diversificados costumam favorecer a ocorrência de um maior número de espécies da mirmecofauna (ARMBRECHT & PERFECTO, 2003; QUEIROZ *et al.*, 2006; VARGAS *et al.*, 2007; DIAS *et al.*, 2008), pois geralmente possuem condições mais favoráveis para a ocorrência de formigas especialistas em nidificar na serapilheira do que ambientes com menor diversidade vegetal (RIBAS *et al.*, 2003), pois formigas que vivem na serapilheira são bastante sensíveis às alterações nas características do ambiente (SCHMIDT *et al.*, 2013).

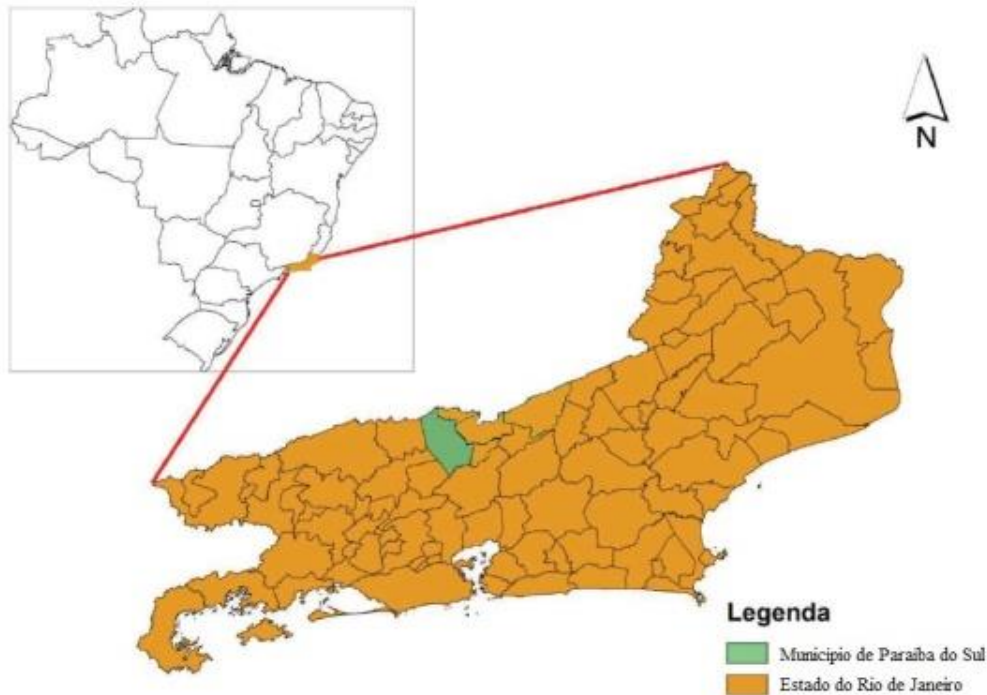
Como são indicadoras de biodiversidade (SILVA & BRANDÃO, 1999; FREITAS *et al.*, 2006), as formigas podem ser utilizadas como organismos modelo para avaliar as variações da diversidade biológica em cultivos orgânicos e convencionais, além de serem úteis para verificar a influência de características das áreas cultivadas sobre a riqueza, diversidade, abundância e composição de espécies. Tais informações são importantes para avaliar a contribuição dos cultivos orgânicos para a proteção da diversidade biológica e para o planejamento de áreas cultivadas visando potencializar a proteção da diversidade biológica. Contudo, são poucos os estudos que compararam a fauna de formigas em áreas com cultivo orgânico e convencional e que investigaram os efeitos de variáveis ambientais e dos tratamentos culturais sobre a mirmecofauna.

Esse capítulo teve como objetivo avaliar a riqueza, a diversidade, a abundância e a composição da fauna de formigas em áreas com cultivo orgânico e convencional. Além disso, também teve como objetivo estudar os fatores que influenciam a mirmecofauna nas áreas cultivadas. A seguinte hipótese foi testada: as características das áreas de cultivo orgânico ou convencional influenciam a composição da mirmecofauna de forma que em áreas com cultivo orgânico há maior riqueza, diversidade e abundância de formigas que em áreas com cultivo convencional.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em propriedades rurais no município de Paraíba do Sul (Figura 1). Esse município está localizado na Região Centro-Sul Fluminense, Estado do Rio de Janeiro. Segundo o IBGE (2017) o município possui uma população estimada de 42.737 habitantes, distribuídos em uma área de 580,525 km<sup>2</sup>.



**Figura 01.** Localização do município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro (Modificado de SILVÉRIO NETO, 2014).

O clima da região é classificado como subtropical úmido a subúmido, sendo o inverno seco e o verão quente e chuvoso, com 1264,7 mm de precipitação anual, sendo 15,8 mm de chuva no mês mais seco (julho) e 239,4 mm no mês mais chuvoso (dezembro) (MATTOS *et al.*, 1995; ALVARES *et al.*, 2013). A temperatura média anual é de 19,6 °C, com a temperatura média mensal variando de 16,1 °C (julho) a 22,9 °C (fevereiro) (MATTOS *et al.*, 1995). Entre os mais frequentes tipos de solo da região estão o Argissolo e o Latossolo (NASCIMENTO & MACHADO, 2009). O município situa-se no Bioma Mata Atlântica, mas apenas 25,54% do seu território está coberto por florestas nativas e mais de 75% dos remanescentes florestais têm menos que cinco hectares (SILVÉRIO NETO, 2014).

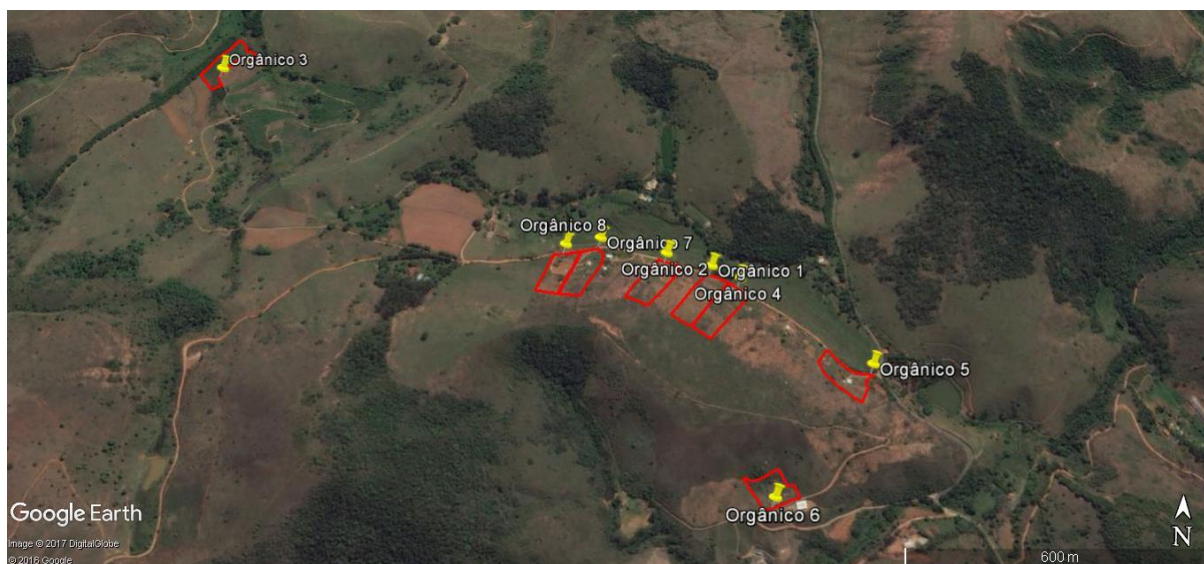
Paraíba do Sul é uma estância hidromineral e o turismo, que é focado em ecoturismo, turismo religioso e histórico, é uma atividade de destaque nesse município (CARDOSO & GARRIDO, 2014). Na criação de animais apresenta abelhas, bovinos, equino, galináceos, muars, ovinos, suínos e tilápias (IBGE, 2015). Dentre os produtos da agricultura ou silvicultura destacam-se a banana, o café, a cana-de-açúcar, o eucalipto, o feijão, a laranja, a mandioca, o milho e o tomate (IBGE, 2015).



Nos últimos anos o município apresenta avanços na produção orgânica com aumento do número de produtores de alimentos orgânicos (CARDOSO & GARRIDO, 2014). De acordo com a EMATER (2016) no Rio de Janeiro em 2015 haviam 474 produtores orgânicos. Foram utilizadas no estudo oito propriedades rurais onde se pratica o cultivo convencional de alimentos (Figura 2) e oito onde se realiza o cultivo orgânico (Figura 3), todas no município de Paraíba do Sul.



**Figura 02.** Localização das áreas de cultivo convencional no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.



**Figura 03.** Localização das áreas de cultivo orgânico no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

## 2.2 Características das Propriedades com Cultivo Orgânico

### 2.2.1 Propriedade 1

A propriedade 1 ( $22^{\circ}13'27,99''S$ ,  $43^{\circ}12'42,21''O$ ) possuía área de 0,75 ha, no qual era realizado o cultivo orgânico há aproximadamente um ano. Quatro espécies eram cultivadas,

sendo elas aipim, banana, feijão e milho, sendo o milho a principal fonte de renda (Figura 4). O proprietário afirmava ter como principais pragas em sua cultura cupins, formigas-cortadeiras e percevejos e não tinha conhecimento sobre insetos benéficos no local. O proprietário não utilizava inseticida, herbicida ou caldas para controle dos insetos no local. A área de cultivo não possuía sistema de irrigação, parte do solo estava arado na data da coleta e o produtor tinha costume de realizar essa prática. Na data da coleta o pH estava sendo corrigido pois se encontrava abaixo do indicado. Não era realizada queimada no local e possuía área de pousio de 0,6 ha.



**Figura 4.** Plantio de milho na propriedade 1, com cultivo orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

### 2.2.2 Propriedade 2

A propriedade 2 (22°13'27.07"S, 43°12'45.76"O) possuía área de 0,74 ha e há dois anos se tornou uma área de cultivo orgânico (Figura 5). Entre as espécies cultivadas estavam: abacate, abobrinha-verde, acerola, aipim, alface, alfavaca, batata-doce, capim-limão, caqui, couve, couve-flor, feijão, hortelã, jamelão, laranja, limão, melancia, milho, pitanga, quiabo e rúcula. Entre os insetos-praga foram citados pelo proprietário cupins, formigas-cortadeiras, lepidópteros, percevejos e pulgões. As espécies citadas como benéficas pelo proprietário da área foram *Apis mellifera*, abelhas do gênero *Bombus*, beija-flor, borboletas, irapuã (*Trigona spinipes*) e joaninhas (*Rodolia cardinalis*). A propriedade possuía um galinheiro seguindo o padrão do sistema PAIS “Produção Agroecológica Integrada e Sustentável”, no qual agricultores familiares produzem sem o uso de agrotóxicos e com sistema de rotação de cultura. Não apresentava sistema de irrigação, não utilizava inseticida nem realizava a aração do solo e queimadas, além de não apresentar área em pousio.



**Figura 5.** Plantio em sistema PAIS na propriedade orgânica 2, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

### 2.2.3 Propriedade 3

A propriedade 3 ( $22^{\circ}13'11.31''S$  ,  $43^{\circ}13'24.53''O$ ) contava com 0,73 ha de área com cultivos orgânicos há aproximadamente dois anos. A produção era baseada principalmente em chuchu e maracujá (Figura 6). Os caracóis foram apontados pelo produtor como a principal praga encontrada e o mesmo não identificou espécies de insetos benéficos no local. O produtor não utilizava inseticida para controle de pragas nem possuía sistema de irrigação. Não era realizada a aração do solo ou queimadas e não possuía área de pousio, porém o terreno na data da coleta apresentava muitas ervas daninhas.



**Figura 6.** Plantio de maracujá na propriedade orgânica 3, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

#### 2.2.4 Propriedade 4

A propriedade 4 (22°13'28.86"S, 43°12'39.98"O) possuía área de 0,79 ha sendo cultivada com base na agricultura orgânica há três anos. Entre as espécies cultivadas estavam: abóbora d'água, aipim, arruda, batata-doce, berinjela, boldo, brócolis, capim-limão, citronela, erva-doce, graviola, laranja, mamão, maracujá, quiabo, tangerina e tomate (Figura 7). As principais pragas citadas foram gafanhotos, lepidópteros, percevejos e pulgões e o proprietário não tinha conhecimento sobre espécies de insetos benéficos na propriedade. Apresentava o sistema PAIS, citado na propriedade 2. O produtor utilizava calda bordalesa, biofertilizante, nim e possuía sistema de irrigação por gotejamento. O terreno estava arado na data da coleta, e o proprietário não realizava queimadas. O terreno contava com área de pousio de 100 m<sup>2</sup>.



**Figura 7.** Plantio de tomate com sistema de irrigação por gotejamento na propriedade orgânica 4, Município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

#### 2.2.5 Propriedade 5

A propriedade 5 (22°13'35,11"S, 43°12'29,96"O) possuía área de 0,61 ha, praticando-se o cultivo orgânico há aproximadamente dois anos (Figura 8). Entre as espécies cultivadas estavam: abóbora, aipim, alface, beterraba, cheiro-verde, couve-manteiga, rúcula, taioba e tomate. As principais pragas mencionadas foram gafanhotos, percevejos e pulgões e os insetos benéficos citados foram as vespas. O agricultor não utilizava inseticidas ou outros pesticidas na área. Não possuía sistema de irrigação, não realizava aração e queimada e possuía área de pousio de 0,4 ha.



**Figura 8.** Plantio com sistema PAIS na propriedade orgânica 5, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

### 2.2.6 Propriedade 6

A propriedade 6 ( $22^{\circ}13'44.75''S$ ,  $43^{\circ}12'37.71''O$ ) apresentava área de 0,50 ha (Figura 9). As espécies cultivadas nessa propriedade incluíam abóbora, aipim, aipo, alecrim, alface, alfavaca, alho-poró, batata-doce, beterraba, boldo, cheiro-verde, citronela, couve-flor, couve, manjeriço, milho, pimentão-verde, repolho e rúcula. O agricultor citou as cochonilhas como as principais pragas e não tinha conhecimento em relação a insetos benéficos na propriedade. O mesmo utilizava biofertilizante, nim e não possuía sistema de irrigação. Não realizava a aração ou queimada no terreno. Possuía galinhas para auxiliar no controle de pragas e utilizava o sistema PAIS citado na propriedade 2. A área de pousio era de 0,15 ha.



**Figura 9.** Plantio com sistema PAIS na propriedade orgânica 6, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

### 2.2.7 Propriedade 7

A propriedade 7 (22°13'25,98"S, 43°12'51,03"O) possuía área de 0,68 ha e era utilizada como área de cultivo orgânico há acerca de dois anos (Figura 10). As espécies cultivadas incluíam aipim, alface, banana, batata-doce, capim-limão, citronela, couve, erva-cidreira, hortelã, inhame, laranja, limão, manjeriço, maracujá, quiabo, tomate e vagem. Os principais insetos-praga citados foram cochonilhas, cupins, formigas-cortadeiras, grilos, lepidópteros, pulgões e os insetos benéficos citados pelo produtor foram as vespas. Na área não se utilizava pesticida e possuía sistema de irrigação por gotejamento. O solo não era arado nem era realizada queimada. Sua área de pousio era de 0,3 ha e apresentava o sistema PAIS citado na propriedade 2.



**Figura 10.** Plantio com irrigação por gotejamento na propriedade orgânica 7, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

### 2.2.8 Propriedade 8

A propriedade 8 (22°13'26.74"S 43°12'53.76"O) apresentava 0,60 ha, sendo utilizada para a agricultura orgânica há cerca de dois anos (Figura 11). As plantas cultivadas eram abóbora, aipim, batata-doce, cebola, quiabo e vagem. As principais pragas citadas foram cochonilhas, cupins, grilos, lepidópteros, pulgões, quenquéns, saúvas e os insetos benéficos citados foram apenas as vespas. Não utilizava pesticida, não possuía sistema de irrigação nem realizava aração do solo ou queimadas. Possuía criação de porcos no local. A área de pousio era de 0,2 ha.



**Figura 11.** Propriedade orgânica 8, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

## 2.3 Características das Propriedades com Cultivo Convencional

### 2.3.1 Propriedade 1

A propriedade 1 ( $22^{\circ}20'7,52''S$ ,  $43^{\circ}19'21,82''O$ ) possuía área de 0,33 ha cultivada há 20 anos (Figura 12). As plantas cultivadas eram aipim, jiló, pimentão, quiabo, repolho e tomate. O agricultor citou como as principais pragas o bicho-mineiro, mosca-branca, Lepidópteros e pulgão, não citou nenhum inseto benéfico. Para o controle de pragas utilizava as iscas Mirex-s (contra formigas-cortadeiras), Premio (contra traças e lagartas), Nativo (fungicida), Karate (contra lagarta, percevejo e traça), Danimen (contra ácaro, tripés, lagarta, mosca das frutas, pulgão e traça), Lannate (contra pulgão e lagarta). Possuía irrigação por gotejamento, realizava aração do solo e rotação de cultura. Não realizava queimadas e possuía área de pousio com pasto.



**Figura 12.** Propriedade convencional 1, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

### 2.3.2 Propriedade 2

A propriedade 2 (22°20'6.89"S, 43°19'20.67"O) apresentava área de 0,28 ha (Figura 13). Produzia maracujá, pimentão e tomate. Sua principal produção era pimentão. O agricultor não citou insetos-praga ou insetos benéficos na propriedade e sempre utilizava pesticida na área. Apresentava sistema de irrigação por gotejamento, não realizava aração do solo, queimada, nem possuía área de pousio.



**Figura 13.** Plantio de pimentão na propriedade convencional 2, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

### 2.3.3 Propriedade 3

A propriedade 3 (22°20'9,61"S, 43°19'29,39"O) tinha área com 0,19 ha de produção de erva-doce, laranja, mamão e maracujá, sendo o maracujá o principal produto. As principais pragas citadas foram o bicho-mineiro, “joaninha-verde” (ataca fruto novo) e lepidópteros e não citou espécies de insetos benéficos. O agricultor mencionou que estavam reduzindo a aplicação de agrotóxicos. A irrigação era feita por gotejamento, não realizava a aração do solo, queimada, nem possuía área de pousio.

### 2.3.4 Propriedade 4

A propriedade 4 (22°20'37,25"S, 43°19'25,79"O) apresentava área de 0,88 ha com o cultivo de maracujá. A principal praga era a formiga-cortadeira. O proprietário não tinha conhecimento sobre espécies de insetos benéficos da propriedade. Utilizava o formicida Mirex-s e sistema de irrigação por gotejamento. Não realizava aração, queimada nem possuía área de pousio.

### 2.3.5 Propriedade 5



Na propriedade 5 (22°20'33,92"S, 43°18'13,64"O) o tamanho da área cultivada com maracujá era de 0,64 ha. As principais pragas da propriedade eram as formigas-cortadeiras e mencionaram a utilização do inseticida Mirex-s para o seu controle. O proprietário não possuía conhecimento sobre espécies de insetos benéficos no local. Utilizava sistema de irrigação por gotejamento, não realizava aração ou queimada e não possuía área de pousio.

### 2.3.6 Propriedade 6

A propriedade 6 (22°19'52,40"S, 43°17'37,99"O) possuía área de 0,13 ha com cultivo de maracujá (Figura 14). As principais pragas eram moscas-brancas, lepidópteros e percevejos. O proprietário não tinha conhecimento sobre as espécies benéficas de insetos no local. Dentre os agrotóxicos utilizados estavam Polygram (herbicida) e o Kocide (fungicida). Possuía sistema de irrigação por gotejamento, não realizava aração do solo ou queimada e tinha área de pousio com 0,2 ha.



**Figura 14.** Plantio de maracujá na propriedade convencional 6, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

### 2.3.7 Propriedade 7

A propriedade 7 (22°19'54,37"S, 43°17'38,17"O) apresentava 0,18 ha de plantio de maracujá. As mariposas, moscas-brancas e percevejos foram os insetos-praga citados como os principais encontrados nesse local. Não foram citadas espécies de insetos benéficos. Eram utilizados os agrotóxicos Polygram (herbicida) e Kocide (fungicida). Apresentava sistema de

irrigação por gotejamento, não realizava aração do solo ou queimada. Possuía área de pousio de 0,2 ha.

### 2.3.8 Propriedade 8

A propriedade 8 (22°19'56,06"S, 43°17'37,95"O) possui 0,15 ha cultivados com maracujá. Os principais insetos-praga citados pelo produtor foram lepidópteros, moscas-brancas e percevejos e não mencionou espécies de insetos benéficos. Os agrotóxicos usados eram o Polygram (herbicida) e o Kocide (fungicida). A irrigação era feita por gotejamento. O produtor não realizava aração e queimada e a área de pousio era de 0,2 ha.

### 2.4 Coleta de Dados

A amostragem da fauna de formigas foi realizada em oito propriedades sob cultivo orgânico e oito sob cultivo convencional entre abril e maio de 2016. Em cada área cultivada foram instaladas 15 armadilhas de solo tipo *pitfall* a dez metros de distância entre si. As armadilhas tipo *pitfall* são frequentemente empregadas em levantamentos da mirmecofauna (BESTELMEYER *et al.*, 2000; FREITAS *et al.*, 2004; VARGAS *et al.*, 2007; GOTELLI *et al.*, 2011). As armadilhas foram compostas por copos de polietileno de 300 ml com 15 cm de altura e 10 cm de diâmetro, enterrados no solo até a borda (7,2 cm de diâmetro) e preenchidos com 100 ml de álcool 70% como conservante (ALMEIDA *et al.*, 2007). Os *pitfalls* permaneceram 48 horas no campo. Após esse tempo, as formigas coletadas foram armazenadas em potes identificados, também contendo álcool 70%, e transportados para o laboratório de Gestão Ambiental, localizado no Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

No laboratório, as formigas foram fixadas em via seca e identificadas ao nível de gênero com a chave de BACCARO *et al.* (2015). Posteriormente, as formigas foram morfoespeciadas, com a identificação ao nível de espécie sendo realizada por meio de chaves dicotômicas específicas para os gêneros de formigas e por meio de comparações com espécimes previamente identificados da coleção do laboratório de Gestão Ambiental.

Foram obtidas nas propriedades rurais supracitadas, ao lado de cada armadilha tipo *pitfall*, a profundidade da cobertura morta, coletada com a ajuda de uma régua graduada, a luminosidade e a temperatura do ar, que foram obtidas respectivamente com um luxímetro e um termômetro alocados sob o solo no horário entre 07h30min e 09h00min. Por meio de coordenadas geográficas coletados no campo e lançadas no Programa Google Earth Pro, obteve-se os polígonos das áreas cultivadas e o seu tamanho. Esse programa também foi utilizado para medir a distância da área cultivada para o remanescente florestal mais próximo com área maior ou igual a 0,5 ha. O número de espécies cultivadas e outras informações utilizadas na descrição das áreas de estudo foram coletados por meio de questionários aplicados aos agricultores (Anexo 1).

### 2.5 Análise dos Dados

Foram obtidas a riqueza, a diversidade e a abundância de formigas. A abundância das espécies de formigas nas áreas cultivadas foi obtida pela frequência de ocorrência nas armadilhas. Para o estudo da diversidade de espécies foi utilizado o Índice de Shannon, também utilizando a frequência de cada espécie nas amostras como um indicativo de sua abundância.

Para avaliar a eficiência da amostragem da fauna de formigas e comparar a riqueza de espécies total entre propriedades rurais com cultivo orgânico de alimentos e com o cultivo convencional, foram obtidas curvas de acumulação de espécies, método Mao-Tau, com ajuda do programa PAST (HAMMER *et al.*, 2001). Nessa análise, a riqueza total de espécies é considerada significativamente diferente quando não se observa sobreposição entre os intervalos de confiança das duas curvas de acumulação de espécies (GOMES *et al.*, 2013). O Teste t foi utilizado para verificar se a riqueza média, a diversidade média e a abundância média de formigas diferiram significativamente entre cultivos orgânicos e convencionais.

Com o programa PAST também foi conduzida uma ordenação multidimensional não métrica (NMDS), empregando-se as características das áreas cultivadas para obter a sua correlação com os escores da NMDS (HAMMER *et al.*, 2001). A medida de similaridade foi a distância Euclidiana. A direção e o comprimento dos vetores no NMDS indicaram a correlação das características das áreas cultivadas com a composição das comunidades de formigas (ESTRADA *et al.*, 2014). Para verificar se a composição de espécies nos cultivos orgânicos diferiu significativamente dos cultivos convencionais foi utilizada a ANOSIM, também no Programa PAST.

Com a regressão linear passo a passo (*Stepwise*), método progressivo, foi possível verificar se a riqueza, a diversidade e a abundância da mirmecofauna foram influenciadas pelos seguintes fatores: profundidade de cobertura morta, luminosidade, tamanho da área cultivada, número de espécies cultivadas, distância para o fragmento florestal mais próximo e o sistema de cultivo (orgânico ou convencional). A variável sistema de cultivo foi transformada em variável *Dummy* recebendo os valores de 0 (cultivo orgânico) ou 1 (cultivo convencional) (MISSIO & JACOBI, 2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 48 espécies de formigas no total, pertencentes a 7 subfamílias e 23 gêneros (Tabela 1). A subfamília com maior número de espécies foi Myrmicinae (22 espécies), seguida da Formicinae (10 espécies) e Ponerinae e Dolichoderinae (4 espécies cada). O gênero que apresentou o maior número de espécies foi *Camponotus* (9 espécies), seguido de *Pheidole* e *Solenopsis*, com 5 espécies cada.

A subfamília Myrmicinae é frequentemente citada como a mais rica em espécies em levantamentos realizados na região neotropical (SILVA & SILVESTRE, 2000; MARINHO *et al.*, 2002; FERNANDEZ, 2003; RAMOS *et al.*, 2003a; SILVESTRE *et al.*, 2003; MACEDO, 2004; CORRÊA *et al.*, 2006; ALBUQUERQUE & DIEHL, 2009; ILHA *et al.*, 2009). Isso ocorre por ser a subfamília de formigas mais diversificada e por conter espécies com variados hábitos alimentares e de nidificação e adaptadas para habitar vários tipos de ambientes (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; FOWLER *et al.*, 1991; FLECK, *et al.*, 2015). Formicinae, a segunda subfamília mais frequente, é característica de ambientes mais abertos (MARINHO *et al.*, 2002; LEAL, 2003; ILHA *et al.*, 2009), semelhantes às áreas de cultivo estudadas.

Os gêneros *Camponotus*, *Pheidole* e *Solenopsis*, são geralmente os mais ricos em espécies em estudos realizados em áreas antropizadas, mais também em ambientes preservados, principalmente devido à tolerância de algumas espécies dos gêneros às variações das condições ambientais (RAMOS *et al.*, 2003b, CORRÊA *et al.*, 2006; FREIRE *et al.*, 2012).

*Camponotus* é um gênero bastante diverso e possui muitas espécies adaptadas para viver em ambientes antropizados, incluindo agroecossistemas (LEAL, 2003; CORRÊA *et al.*,

2006) e possui um dos maiores números de espécies descritas em nível mundial (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). O gênero *Pheidole* geralmente é o que apresenta o maior número de espécies em estudos realizados no Brasil (MAJER & DELABIE, 1994; SOARES *et al.*, 1998; MARINHO *et al.*, 2002). Várias espécies do gênero *Pheidole* são predadoras epigéicas e generalistas, ocorrendo nos mais diversos ambientes, o que apoia o resultado encontrado (WILSON, 2003). Também possui espécies de ecologia muito diversificada e algumas são altamente competitivas o que contribui para o seu domínio nos ambientes (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Formigas do gênero *Solenopsis* também ocorrem em diversos habitats (RAMOS *et al.*, 2003b; CORRÊA *et al.*, 2006; SOARES *et al.*, 2010) e algumas espécies são comuns em áreas alteradas como as de cultivo (FONSECA & DIEHL, 2004; MACEDO, 2004). Tais características justificam a representatividade em número de espécies desses gêneros nas áreas de cultivo orgânico e convencional.

De acordo com MARINHO *et al.* (2002) apud (WINK *et al.*, 2005), o gênero *Solenopsis* é comum em áreas que sofreram antropização e geralmente são agressivas na utilização de recursos da serapilheira. Como as espécies do gênero atuam muitas vezes como predadoras, alguns pesquisadores têm sugerido a sua utilização como agentes de controle biológico de pragas e, nos EUA, o controle natural do bicudo-do-algodoeiro por *Solenopsis invicta* Buren apresentou melhores resultados que o controle químico, em condições de campo (STERLING, 1984).

Cabe ressaltar a elevada abundância de *Dorymyrmex* sp.2, *Pheidole radoszkowskii* Mayr, 1884 e *Pseudomyrmex termitarius* (Smith, 1855), especialmente nos cultivos orgânicos. Espécies generalistas como algumas pertencentes aos gêneros *Pheidole* e *Dorymyrmex* possuem características biológicas e ecológicas que favorecem a exploração de ambientes alterados, como áreas cultivadas, por encontrarem poucas limitações para nidificação nesses ambientes (FOWLER *et al.*, 1994; SILVESTRE *et al.*, 2003). Operárias de *Pseudomyrmex termitarius* são onívoras e não forrageiam em grupos com elevado número de indivíduos (SILVESTRE & SILVA, 2001). Diferente da grande maioria das espécies do gênero, *P. termitarius* nidifica no solo ou em material vegetal caído sobre o solo (SILVESTRE, 2000).

Também cabe destacar a presença de três espécies do gênero *Acromyrmex* e de *Atta sexdens rubropilosa* (Linnaeus, 1758), que foi expressivamente frequente principalmente em áreas sob o cultivo orgânico. Tais espécies são conhecidas popularmente como formigas-cortadeiras e estão entre os principais insetos-praga de diversas plantas cultivadas (ZANETTI *et al.*, 2003).

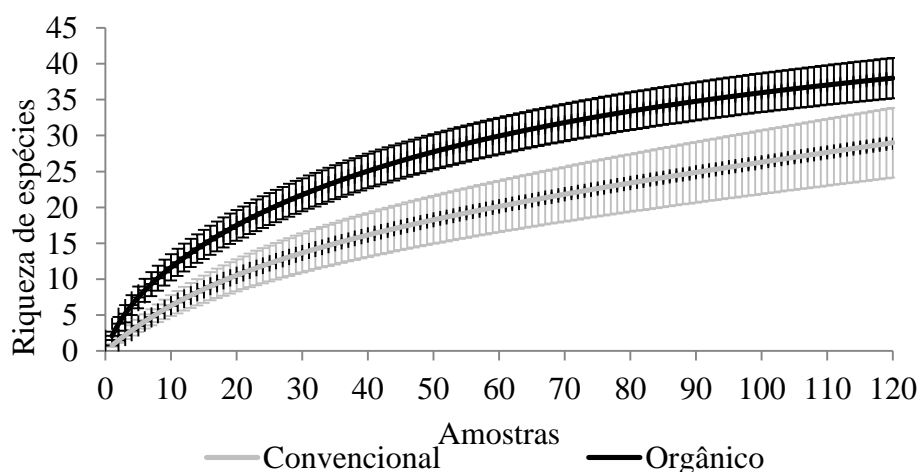
**Tabela 1.** Frequência das espécies de formigas nas armadilhas e nas áreas com cultivo convencional e orgânico, no Município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

Subfamílias/Espécies	Convencional		Orgânico	
	Amostras	Áreas	Amostras	Áreas
<b>Dolichoderinae</b>				
<i>Dolichoderus</i> sp.1	0	0	1	1
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	1	1	3	2
<i>Dorymyrmex</i> sp.2	10	2	54	7
<i>Linepithema</i> sp.1	1	1	2	2
<b>Ecitoninae</b>				
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	0	0	2	2
<i>Labidus praedator</i> (Smith, 1858)	1	1	0	0
<i>Neivamyrmex</i> sp.1	0	0	1	1
<b>Ectatomminae</b>				
<i>Ectatomma brunneum</i> Smith, 1858	0	0	9	4
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	10	6	5	4
<i>Gnamptogenys</i> sp.1	0	0	2	1
<b>Formicinae</b>				
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	1	1	1	1
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	3	2	4	2
<i>Camponotus depressus</i> Mayr, 1866	0	0	2	2
<i>Camponotus maculatus</i> (Fabricius, 1782)	0	0	2	2
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	1	1	9	4
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	11	5	7	4
<i>Camponotus</i> sp.1	0	0	1	1
<i>Camponotus</i> sp.2	1	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp.3	1	1	0	0
<i>Camponotus</i> sp.4	1	1	0	0
<b>Myrmicinae</b>				
<i>Acromyrmex</i> sp.1	0	0	1	1
<i>Acromyrmex</i> sp.2	3	2	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp.3	0	0	1	1
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Linnaeus, 1758)	4	2	17	5
<i>Cephalotes</i> sp.1	0	0	1	1
<i>Crematogaster</i> sp.1	1	1	6	4
<i>Crematogaster</i> sp.2	0	0	3	3
<i>Crematogaster</i> sp.3	1	1	0	0
<i>Cyphomyrmex</i> sp.1	0	0	3	1
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	0	0	4	2
<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)	1	1	1	1
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	6	3	36	8
<i>Pheidole</i> sp.1	1	1	5	1
<i>Pheidole</i> sp.2	11	3	6	2
<i>Pheidole</i> sp.3	3	1	1	1

**Tabela 1.** Continuação: frequência das espécies de formigas nas armadilhas e nas áreas com cultivo convencional e orgânico, no Município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

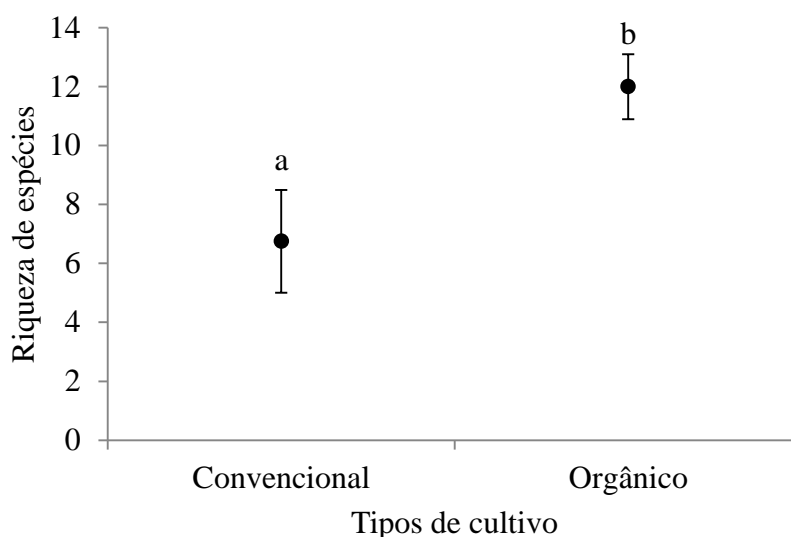
Subfamílias/Espécies	Convencional		Orgânico	
	Amostras	Áreas	Amostras	Áreas
<i>Pheidole</i> sp.4	3	2	0	0
<i>Pogonomyrmex abdominalis</i> Santschi, 1929	2	2	13	4
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	5	5	3	3
<i>Solenopsis</i> sp.1	1	1	1	1
<i>Solenopsis</i> sp.2	1	1	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	0	1	1
<i>Solenopsis</i> sp.4	1	1	0	0
<b>Ponerinae</b>				
<i>Neoponera</i> sp.1	0	0	3	3
<i>Neoponera obscuricornis</i> (Emery, 1890)	0	0	2	1
<i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1892	0	0	3	3
<i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858	0	0	3	2
<b>Pseudomyrmecinae</b>				
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	1	1	0	0
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	5	3	36	7

Foram coletadas 29 espécies de formigas nos cultivos convencionais e 38 espécies nos cultivos orgânicos (Tabela 1). Pela análise das curvas de acumulação de espécies, observa-se que a riqueza total de espécies de formigas foi significativamente maior nos cultivos orgânicos que nos convencionais (Figura 15). Além disso, se pode constatar que as curvas não atingiram a assíntota, demonstrando que o esforço amostral não foi suficiente para coletar todas as espécies de formigas que existem nas áreas estudadas. Contudo, em estudos sobre comunidades de formigas, as curvas de acumulação de espécies raramente chegam a ficar paralelas ao eixo x, em função do elevado número de espécies da família Formicidae e da distribuição espacial agregada dos ninhos (SANTOS *et al.*, 2006).

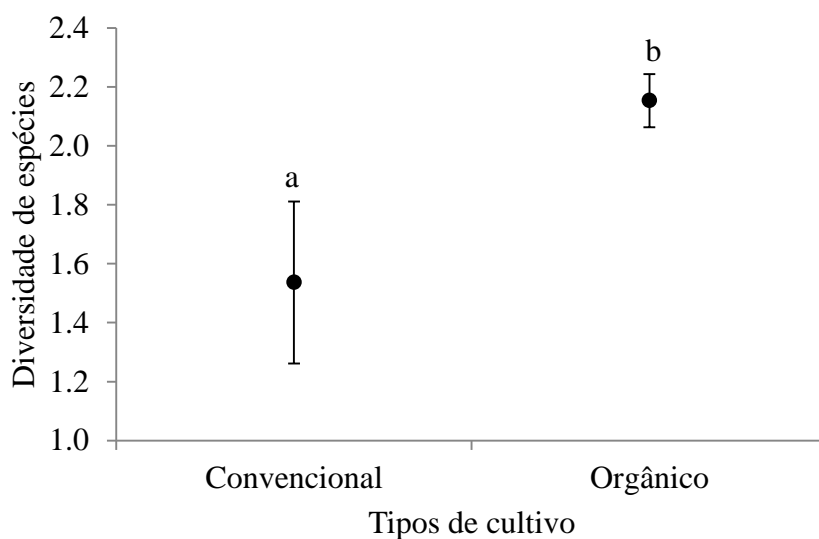


**Figura 15.** Curvas de acumulação de espécies (Mao Tau) para a riqueza de espécies de formigas em cultivos convencionais e orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

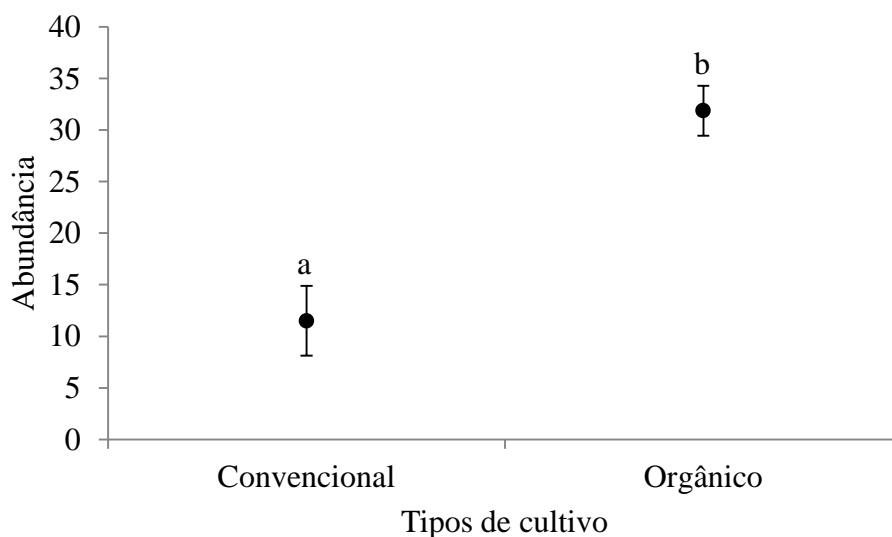
A riqueza média de espécies de formigas foi significativamente maior nas áreas com cultivo orgânico que nos cultivos convencionais (Teste t;  $p < 0,02$ ; Figura 16). O mesmo foi observado para a diversidade de espécies (Teste t;  $p = 0,05$ ; Figura 17) e para a abundância de formigas (Teste t;  $p < 0,01$ ; Figura 18). Assim, a hipótese de que as áreas com cultivo orgânico possuem maior riqueza, diversidade e abundância de formigas que áreas com cultivo convencional foi corroborada pelos resultados. As características dos cultivos orgânicos proporcionam melhores condições para a mirmecofauna em geral que as características dos cultivos convencionais. Dentre as características dos cultivos orgânicos que provavelmente ocasionaram tal variação na riqueza, diversidade e abundância de espécies de formigas estão o tipo manejo do solo adotado, que geralmente visa manter a estrutura do solo, a não aplicação de agrotóxicos, a presença frequente de cobertura morta e o geralmente elevado número de espécies cultivadas (KHATOUNIAN, 2001). De acordo com MATOS *et al.* (1994) a riqueza de espécies de formigas é maior em habitats mais diversificados do que em locais homogêneos como monoculturas. Ambientes mais complexos proporcionam condições para a existência de maior riqueza e diversidade de espécies de formigas, por apresentarem maior variabilidade de abrigos, alimentos e locais de nidificação, além de possuírem normalmente maior estabilidade climática (DELLA LUCIA *et al.*, 1993).



**Figura 16.** Riqueza de espécies de formigas (média  $\pm$  EP) por área com cultivo convencional e orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferença significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.



**Figura 17.** Diversidade de espécies de formigas (média ± EP) – Índice de Shannon - em áreas com cultivo convencional e orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferença significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.



**Figura 18.** Abundância de formigas (média ± EP) em áreas com cultivo convencional e orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes sobre os pontos indicativos das médias indicam diferença significativa pelo Teste t a 5% de probabilidade.

A distância para a floresta mais próxima, a luminosidade e o tamanho da área cultivada não variaram significativamente entre cultivos convencionais e orgânicos (Tabela 2). Por outro lado, o número de espécies cultivadas e a profundidade de cobertura morta foram significativamente maiores nas áreas com cultivo orgânico. A temperatura do ar foi significativamente maior nos cultivos convencionais. É comum agricultores que adotam a agricultura orgânica manterem policultivos, por potencializarem as interações ecológicas benéficas para as plantas cultivadas (OLIVEIRA *et al.*, 2005; REZENDE *et al.*, 2005;



COSTA *et al.*, 2007). Além disso, a manutenção da cobertura morta é uma prática mais utilizada por agricultores que produzem alimentos orgânicos que por aqueles que têm áreas cultivadas sob o sistema convencional (LUZ *et al.*, 2007). A maior temperatura do ar ao nível do solo observada nas áreas com cultivo convencional pode estar relacionada com a estrutura da vegetação e da cobertura morta, pois um solo menos sombreado pode apresentar uma maior temperatura (OLIVEIRA *et al.*, 2005; COELHO *et al.*, 2013).

**Tabela 2.** Variáveis (média  $\pm$  EP) obtidas nas áreas com cultivo convencional e orgânico, no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. Letras diferentes após as médias na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste t a 5% de probabilidade.

Variáveis	Convencional	Orgânico
Distância para a floresta mais próxima (m)	97,63 $\pm$ 24,60 a	136,78 $\pm$ 44,67 a
Luminosidade (lux)	900,56 $\pm$ 136,20 a	1079,7 $\pm$ 36,81 a
Número de espécies cultivadas	2,25 $\pm$ 0,67 a	19,25 $\pm$ 4,82 b
Profundidade de cobertura morta (cm)	0,98 $\pm$ 0,38 a	2,42 $\pm$ 0,40 b
Tamanho da área cultivada (ha)	0,74 $\pm$ 0,41 a	0,95 $\pm$ 0,11 a
Temperatura ( $^{\circ}$ C)	31,23 $\pm$ 1,36 a	27,06 $\pm$ 0,53 b

A profundidade de cobertura morta foi a variável que mais influenciou a riqueza de espécies de formigas nas áreas cultivadas, explicando mais de 55% da variação no número de espécies nos cultivos (Tabela 3). Quando a profundidade de cobertura morta, o tipo de cultivo (orgânico ou convencional), a temperatura, o número de espécies cultivadas, a luminosidade e a distância para o fragmento florestal mais próximo foram inseridos no mesmo modelo matemático, explicaram significativamente cerca de 71% da variação na riqueza de espécies de formigas nos cultivos.

A profundidade de cobertura morta também foi a variável que mais influenciou a diversidade de espécies de formigas (Tabela 4). O modelo matemático contendo a profundidade de cobertura morta, o tipo de cultivo e a temperatura do ar explicou aproximadamente 49% da variação da diversidade de espécies de formigas nas áreas cultivadas.

A abundância de formigas foi influenciada principalmente pelo tipo de cultivo, sendo o número de espécies cultivadas a segunda variável independente mais importante (Tabela 5). Todas as variáveis independentes em conjunto explicaram cerca de 84% da variação da abundância de formigas nas áreas cultivadas, significativamente.

**Tabela 3.** Regressão múltipla passo-a-passo (*stepwise*) com a riqueza de espécies de formigas (variável dependente) e as variáveis independentes (tipo de cultivo- TC, temperatura do ar – T, profundidade de cobertura morta- P, luminosidade – L, tamanho da área cultivada – TA, número de espécies cultivadas – NE, distância para a floresta mais próxima - DF) no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

Variáveis Independentes	R <sup>2</sup>	Variação R <sup>2</sup>	F	p
P	0,557	0,557	17,60	< 0,01
P, TC	0,585	0,028	9,15	< 0,01
P, TC, T	0,611	0,026	6,27	0,01
P, TC, T, NE	0,618	0,008	4,45	0,02
P, TC, T, NE, L	0,618	0,000	3,24	0,05
P, TC, T, NE, L, DF	0,714	0,096	3,75	0,04
P, TC, T, NE, L, DF, TA	0,714	0,000	2,86	0,08

**Tabela 4.** Regressão múltipla passo-a-passo (*stepwise*) com a diversidade de espécies de formigas (variável dependente) e as variáveis independentes (tipo de cultivo- TC, temperatura do ar – T, profundidade de cobertura morta- P, luminosidade – L, tamanho da área cultivada – TA, número de espécies cultivadas – NE, distância para a floresta mais próxima - DF) no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

Variáveis Independentes	R <sup>2</sup>	Variação R <sup>2</sup>	F	p
P	0,459	0,459	11,88	< 0,01
P, TC	0,476	0,018	5,91	0,01
P, TC, T	0,489	0,013	3,83	0,04
P, TC, T, NE	0,499	0,010	2,73	0,08
P, TC, T, NE, L	0,574	0,075	2,69	0,09
P, TC, T, NE, L, TA	0,576	0,003	2,04	0,16
P, TC, T, NE, L, TA, DF	0,633	0,057	1,97	0,18

**Tabela 5.** Regressão linear passo-a-passo (*stepwise*) com a abundância de formigas (variável dependente) e as variáveis independentes (tipo de cultivo- TC, temperatura do ar – T, profundidade de cobertura morta- P, luminosidade – L, tamanho da área cultivada – TA, número de espécies cultivadas – NE, distância para a floresta mais próxima - DF) no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro.

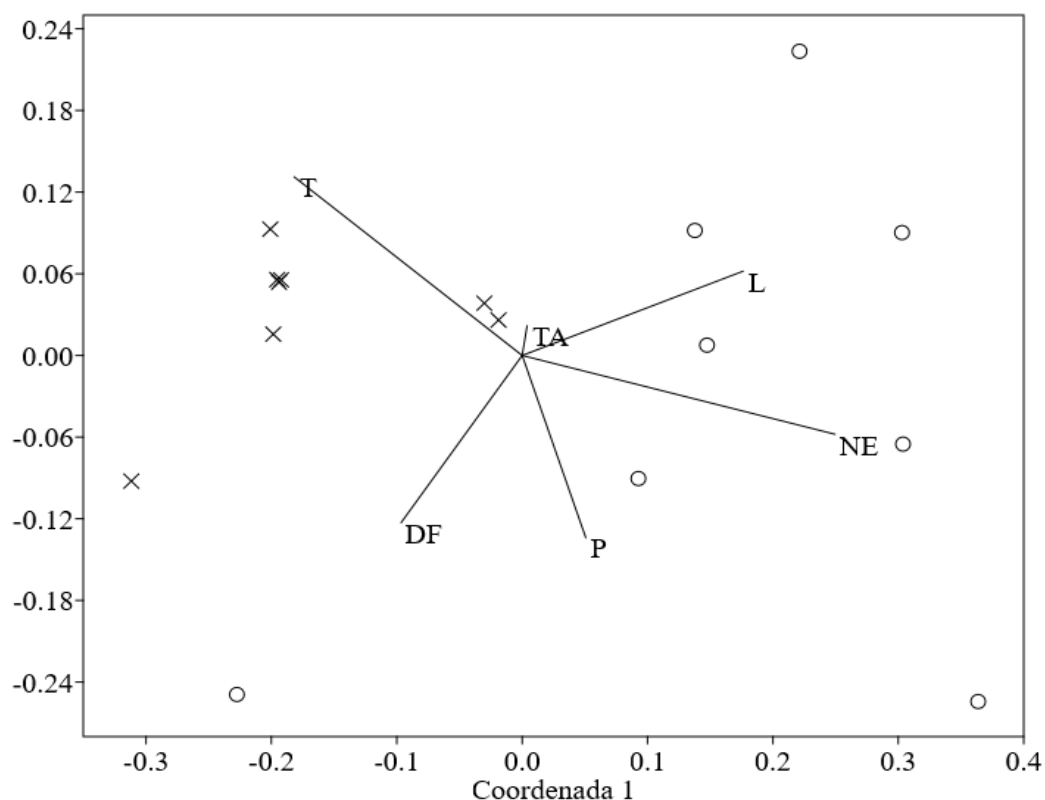
Variáveis Independentes	R <sup>2</sup>	Variação R <sup>2</sup>	F	p
TC	0,632	0,632	23,99	< 0,01
TC, NE	0,689	0,575	14,40	< 0,01
TC, NE, T	0,734	0,446	11,02	< 0,01
TC, NE, T, P	0,776	0,421	9,51	< 0,01
TC, NE, T, P, L	0,779	0,032	7,05	0,01
TC, NE, T, P, L, DF	0,837	0,583	7,72	< 0,01
TC, NE, T, P, L, DF, TA	0,840	0,029	6,01	0,01

As utilizações de inseticidas químicos sintéticos nos cultivos convencionais afetam negativamente a fauna de formigas (RAMOS *et al.*, 2003b; BARROS *et al.*, 2010; COUTO *et al.*, 2010; PEREIRA *et al.*, 2010), mas outras características também influenciam. A

profundidade de cobertura morta está relacionada com a oferta de locais para nidificação e alimento para diversas espécies de formigas, além de afetar outros organismos, especialmente artrópodes, que são presas das formigas (DIEHL *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2007; VARGAS *et al.*, 2007; MARTINS *et al.*, 2011). Outros autores também relacionaram o aumento da abundância da cobertura morta em agroecossistemas ou da serapilheira em habitats naturais com o acréscimo na riqueza e diversidade de formigas (BRÜHL *et al.*, 1998; NAKAMURA *et al.*, 2003; VARGAS *et al.*, 2007). Além da abundância da cobertura morta, o incremento da sua diversidade de componentes pode ser importante, por ocasionar o aumento da oferta de nichos para a mirmecofauna (PERFECTO & VANDERMEER, 1994; SOARES & SCHOEREDER, 2001; CAMPOS *et al.*, 2003). Essa diversidade de componentes na cobertura morta provavelmente é maior nos cultivos orgânicos, por possuírem maior número de espécies cultivadas. Além de favorecer as formigas que nidificam e/ou forrageiam na cobertura morta, o aumento do número de plantas cultivadas também representa a existência de mais nichos ecológicos para as formigas arborícolas (FERNANDES *et al.*, 2012). A temperatura do ar e a luminosidade podem influenciar a atividade das formigas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Contudo, dessas duas variáveis foi a temperatura que apresentou os efeitos mais pronunciados. Outros autores observaram maior riqueza de espécies em áreas com maiores temperaturas (ALBUQUERQUE & DIEHL, 2009), o que não corrobora com os presentes resultados, pois a riqueza de espécies de formigas foi maior nos cultivos orgânicos, que tiveram menor temperatura. Temperaturas muito baixas podem reduzir a atividade, velocidade de desenvolvimento e reprodução dos insetos (ALBUQUERQUE & DIEHL, 2009). Porém, temperaturas muito altas e grande incidência de luz solar podem ter o mesmo efeito (ANDERSEN, 2000), isso pode explicar em parte a menor riqueza de espécies de formigas nas áreas com maior temperatura.

A distância para a floresta natural mais próxima e o tamanho das áreas cultivadas tiveram efeitos inexpressivos sobre a riqueza, diversidade e abundância de formigas. No caso do tamanho da área cultivada, pode ter sido consequência da baixa variação nos tamanhos das áreas. Foram utilizadas no estudo propriedades rurais familiares, que geralmente apresentam áreas cultivadas relativamente pequenas (LIMA, 2006; BADUE, 2007). Todavia, cabe ressaltar que as propriedades rurais familiares são maioria no Brasil, e na região de estudo não é diferente (QUEIROZ, 2009; PICOLOTTO, 2014). Além disso, são responsáveis por grande parte da produção agrícola brasileira (LIMA, 2006). Em relação à distância para a floresta mais próxima, os valores variaram expressivamente entre áreas cultivadas. É possível que a porcentagem de cobertura florestal nas imediações das áreas cultivadas seja mais importante para a estruturação das comunidades de formigas nas áreas cultivadas que a distância para a floresta nativa mais próxima. Futuros estudos podem testar essa hipótese.

Dez espécies de formigas foram exclusivas dos cultivos convencionais e 19 foram exclusivas dos cultivos orgânicos. Assim, observou-se que a composição de espécies de formigas variou significativamente entre as áreas com cultivo convencional e orgânico (Figura 19; ANOSIM,  $R = 0,6099$ ,  $p < 0,01$ ). A temperatura do ar esteve correlacionada com a composição de espécies nos cultivos convencionais, enquanto que a luminosidade, o número de espécies cultivadas e a profundidade de cobertura morta estiveram relacionados com a composição de espécies nos cultivos orgânicos. Desse modo, a composição da mirmecofauna também foi influenciada pelo sistema de cultivo e pelas características das áreas cultivadas.



**Figura 19.** Ordenação multidimensional não métrica com a Distância Euclidiana para a fauna de formigas de áreas com cultivo convencional (X) e orgânico (O), no município de Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro (Stress = 0,1208). Temperatura do ar – T, profundidade de cobertura morta- P, luminosidade – L, tamanho da área cultivada – TA, número de espécies cultivadas – NE, distância para a floresta mais próxima – DF.

As atividades antrópicas vêm provocando a redução da biodiversidade global, ameaçando os processos ecológicos, a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, a qualidade de vida de populações humanas e a economia. A substituição de florestas nativas por áreas agrícolas é apontada como uma das principais causas de perda de diversidade biológica, por ocasionar a simplificação dos ecossistemas. Além disso, a utilização de agrotóxicos, como os inseticidas, é uma prática danosa a muitas espécies e é uma prática frequente na agricultura convencional. Por outro lado, os resultados do presente estudo apontam que as áreas cultivadas com cultivos orgânicos, sem a utilização de inseticidas sintéticos, com elevado número de plantas cultivadas e com a manutenção da cobertura morta, podem manter uma considerável diversidade de espécies de formigas. Devido à relação positiva entre a riqueza de espécies de formigas e a diversidade biológica em geral (TEWS *et al.*, 2004; CRAMER & WILLIG, 2005; VARGAS *et al.*, 2007; BASSET *et al.*, 2012; STEIN *et al.*, 2014), pode-se mencionar que a prática da agricultura orgânica constitui-se em uma alternativa relevante aos cultivos convencionais, visando a manutenção da biodiversidade e a sustentabilidade dos agroecossistemas.

## 4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados pode-se concluir que áreas sob cultivo orgânico de alimentos são mais propícias para a manutenção de uma fauna de formigas mais diversificada que em áreas sob o sistema de cultivo convencional. Isso evidencia a importância da não utilização de inseticidas sintéticos nos agroecossistemas para a conservação da diversidade de formigas nesses ambientes. Além disso, a abundância de formigas é maior em cultivos orgânicos que convencionais.

As características das áreas cultivadas influenciam a riqueza, a diversidade e a abundância da mirmecofauna, com destaque para a profundidade de cobertura morta, o número de espécies cultivadas e a temperatura do ar. As variações nas características e nos tratamentos culturais entre cultivos orgânicos e convencionais também proporcionam diferenças na composição da comunidade de formigas nos dois sistemas de cultivo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E.Z.; DIEHL, E. Análise faunística das formigas epígeas (Hymenoptera, Formicidae) em campo nativo no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.53, p.398-403, 2009.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J.M.; MAYHÉ-NUNES, A. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, v.14, n.1, p.33-43, 2007.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ANDERSEN, A.N. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in savanna forest of tropical Australia. **Biotropica**, v.23, p.575-585, 1991.

ANDERSEN, A.N. A global ecology of rainforest ants: functional groups in relation to environmental stress and disturbance. p.25– 34. IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (EDS). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, 2000. 280p.

ARAÚJO, M.S.; DELLA LUCIA, T.M.C.; VEIGA, C.E.; NASCIMENTO, I.C. Efeito da queima da palhada de cana-de-açúcar sobre comunidade de formicídeos. **Ecologia Austral**. v.14, p.191-200, 2004.

ARMBRECHT, I.; PERFECTO, I. Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.97, n.1, p.107-115, 2003.

BACCARO, F.B.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, J.L.P. DE; SOLAR, R. **Guia Para os gêneros das Formigas do Brasil**. Editora Inpa: Manaus, 2015.

BADUE, A.F.B. **Inserção de hortaliças e frutas orgânicas na merenda escolar: as potencialidades da participação e as representações sociais de agricultores de Parelheiros, São Paulo**. 2007. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2007. 265p.

BARROS, E.C.; PICANÇO, M.C.; PEREIRA, J.P.; SILVA, A.A.; REIS, M.R.; CASTRO NETO, M.D. Formigas utilizadas como bioindicadoras da presença de herbicida e inseticida. IN: 27<sup>a</sup> Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, Ribeirão Preto. **Anais, Plantas daninhas**, p.3272-3275, 2010.

BASSET, Y.; CIZEK, L.; CUÉNOUD, P.; DIDHAM, R.K.; GUILHAUMON, F.; MISSA, O.; NOVOTNY, V.; ØDEGAARD, F.; ROSLIN, T.; SCHMIDL, J.; TISHECHKIN, A.K.; WINCHESTER, N.N.; ROUBIK, D.W.; ABERLENC, H.P.; BAIL, J.; BARRIOS, H.; BRIDLE, J.R.; CASTAÑO-MENESES, G.; CORBARA, B.; CURLETTI, G.; ROCHA, W. D.; BAKKER, D.; DELABIE, J.H.C.; DEJEAN, A.; FAGAN, A.L.; FLOREN, A.; KITCHING, R.L.; MEDIANERO, E.; MILLER, S.E. Arthropod diversity in a Tropical Forest. **Science**, v.338, n.6113, p.1481-1484, 2012.

BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN, J.R.; W.L.; DELABIE, J.H.C.; SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground-dwelling ants. IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; TENNANT, DE ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (EDS). **Measuring and monitoring 52 biological diversity: standard methods for ground living ants**. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA, p.122-144, 2000.

BICKEL, T.O.; WATANASIT, S. Diversity of leaf litter ant communities in Ton Nea Chang Wildfire Sanctuary and nearby rubber plantations, Songkhla, Southern Thailand. **Songklanakarinn Journal Science Technology**. v.27, p.943-955, 2005.

BOARETTO, M.A.C.; FORTI, L.C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. Departamento de Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP. **Série técnica IPEF**, v.11, n.30, p.31-46, 1997.

BRAGA, D.L.; LOUZADA, J.N.C.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. Avaliação Rápida da Diversidade de Formigas em Sistemas de Uso do Solo no Sul da Bahia. **Neotropical Entomology**, v.39, n.4, p.464-469, 2010.

BRÜHL, C.A.; GUNSALAM, G.; LINSÉNMAIR, K.E. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p.285-297, 1998.

CAMPOS, R.B.F.; SCHOEREDER, J.H.; SPERBER, C.F. Local determinants species richness in litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**. v.41, p.357-367, 2003.

CARDOSO, N.F.S.; GARRIDO, F.S.R.G. Produção, Consumo e a Evolução da Certificação de Orgânicos nos Municípios de Paraíba do Sul e Três Rios – RJ. **Espacios**, v.35, n.12. p.11, 2014.

CARVALHO, K.S.; VASCONCELOS, H.L. Comunidade de formigas que nidificam em pequenos galhos da serapilheira em floresta da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.46, p.115-121, 2002.

CERDÁ, X.; DAHBI, A.; RETANA, J. Spatial patterns, temporal variability, and the role of multi-nest colonies in a monogynous Spanish desert ant. **Ecological Entomology**, v.27, p.7-15, 2002.

COELHO, M.E.H.; FREITAS, F.C.L.; CUNHA, J.L.X.L.; SILVA, K.S.; GRANGEIRO, L.C.; OLIVEIRA, J.B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.369-378, 2013.

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, p.724-730, 2006.

COSTA, C.C.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE B.L.A.; BARBOSA, J.C.; GRANGEIRO, L.C. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.34-40, 2007.

COSTA, E.C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E.B.; MURARI, A.B.; MANZONI, C.G. **Entomologia Florestal**. Santa Maria, RS: Editora UFSM; 2008. 240p.

COUTO, P.H.M.; ARAÚJO, M.S.; RODRIGUES, P.S.; DELLA LUCIA, T.M.C.; OLIVEIRA, M.A.; BACCI, L. Formigas como bioindicadores da qualidade ambiental em diferentes sistemas de cultivo da soja. **Revista Agrotecnologia**, v.1, p.11-20, 2010.

CRAMER, M.J.; WILLIG, M.R. Habitat heterogeneity, species diversity and null models. **Oikos**, v.108, n.2, p.209-218, 2005.

DELLA LUCIA, T.M.C. (ED). As formigas cortadeiras. Viçosa: **Folha de Viçosa**. 1993.

DELLA LUCIA, T.M.C.; FOWLER H.G.; MOREIRA, D.D.O. Espécies de formigas cortadeiras no Brasil. p. 251-262 IN: DELLA LUCIA, T.M.C. **As formigas cortadeiras**. Viçosa, Folha de Viçosa, 1993. 262 p.

DIAS, N.S.; ZANETTI, R.; SANTOS, M. S.; LOUZADA, J.; DELABIE, J. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia, Série Zoologia**, v.98, n.1, p.136-142, 2008.

DIEHL, E.; SACCHETT, F.; ALBUQUERQUE, E.Z. Riqueza de formigas de solo na praia da Pedreira, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.49, n.4, p.552-556, 2005.

EMATER - **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro relatório de atividades 2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.emater.rj.gov.br/pdf/relatoriodeatividades2015.pdf>>. Acesso em 04 jan. 2017.

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, n.2, p.162-169, 2014.

FERNANDES, T.T.; SILVA, R.R.; SOUZA, D.R.; ARAÚJO, N.; MORINI, M.S.C. Undecomposed twigs in the leaf litter as nest-building resources for ants (Hymenoptera: Formicidae) in areas of the Atlantic Forest in the Southeastern region of Brazil. **Psyche. A journal of entomology**, v.2012, p.1-8, 2012.

FERNÁNDEZ, F. Subfamilia Myrmicinae. p.307-330. IN: FERNÁNDEZ, F. (ED). **Introducción a las Hormigas de la Region Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2003. 398p.

FLECK, M.D.; CANTARELLI, E.B.; GRANZOTTO, F. Registro de novas espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.25, n.2, p.491-499, 2015.

FONSECA, R.C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (*Myrtaceae*) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, p.95-100, 2004.

FOWLER, H.G.; DELABIE, J.H.C.; BRANDÃO, C.R.F.; FORTE, L.C.; VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. IN: PANIZZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (EDS). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Rio de Janeiro, RJ, p.131-209, 1991.

FOWLER, H.G.; SCHLINDWEIN, M.N.; MEDEIROS, M.A. Exotic ants and community simplification in Brazil: a review of the impact of exotic ants on native ant assemblages. p.151-162. IN: WILLIAMS, D.F. (ED). **Exotic ants: Biology, Impact, and Control of Introduced species**. Boulder Westview Press. 1994. 352p.

FREIRE, C.B.; OLIVEIRA, G.V. DE; MARTINS, F.R.S.; SOUZA, L.E.C. DE; RAMOS-LACAU, L. DE S.; CORREA, M.M. Riqueza de formigas em áreas preservadas e em regeneração de caatinga arbustiva no sudoeste da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.10, n.1, p.131-134, 2012.

FREITAS, A.V.L.; FRANCINI, R.B.; BROWN JR., K.S. Insetos como indicadores ambientais. IN: CULLEN, JR. L.; RUDRAN, R.; VALLADARESPADUA, C. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Editora UFPR, Curitiba. p.125-151, 2004.

FREITAS, A.V.L.; LEAL, I.R.; PRADO, M.U.; IANNUZZI, L. Insetos como indicadores de conservação da paisagem, p.357-385. IN: ROCHA, C.F.; BERGALO, H.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M.A. (EDS). **Biologia da conservação: essências**. São Carlos, Rima Editora, 2006. 582p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920p.



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. **UniFOA. Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.103, n.2, p.104-109, 2013.

GOMES, J.P.; IANNUZZI, L.; LEAL, I.R. Resposta da Comunidade de Formigas aos Atributos dos Fragmentos e da Vegetação em uma Paisagem da Floresta Atlântica Nordestina. **Neotropical Entomology**, v.39, p.898–905, 2010.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M.; DUNN, R.R.; SANDERS, N.J. Counting ants (Hymenoptera: Formicidae): biodiversity sampling and statistical analysis for myrmecologists. **Myrmecological News**, v.15, p.13-19, 2011.

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.

HOLLOBLER, B.; O.WILSON, E. **The Ants**. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1990. Disponível em: <[http://books.google.com.br/books?id=ljxV4h61vhUC&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=ljxV4h61vhUC&printsec=frontcover&hl=ptBR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 02 jun. 2016.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 06 out. 2015.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330370>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

ILHA, C.; LUTINSKI, J.A.; PEREIRA, D.V.M.; GARCIA, F.R.M. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da Bacia da Sanga Caramuru, município de Chapecó- SC. **Biotemas**, v.22, p.95-105, 2009.

KASPARI, M. A primer on ant ecology. p.9–24. IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (EDS). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, 2000. 280p.

KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecologia, 2001. 348p.

LEAL, I.R. Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da Caatinga. IN: LEAL, I.R., TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (EDS). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. p.435-462, 2003.

LEVINGS, S.C. Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest. **Ecological Monographs**, v.53, n.4, p.435-455, 1983.

LIMA, E.E. **Alimentos orgânicos na alimentação escolar pública catarinense: um estudo de caso**, 2006. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006. 141p.

LIMA, H.V. DE; OLIVEIRA, T.S. DE; OLIVEIRA, M.M. DE; MENDONÇA, E. DE S.; LIMA, P.J.B.F. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1085-1098, 2007.

LOBRY DE BRUYN, L.A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.74, p.425- 441, 1999.

LUZ, J.M.Q.; SHINZATO, A.V.; SILVA, M.A.D. DA. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. Uberlândia, **Bioscience Journal**, v.23, n.2, p.7-15, 2007.

MACEDO, L.P.M. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos da Mata Atlântica do Estado de São Paulo**. 2004. Tese (Doutorado em Entomologia). Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2004. 113p.

MAJER, J.D.; DELABIE, J.H.C. Comparision of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in Brazilian Amazon. **Insects Sociaux**, v.41, p.343-359, 1994.

MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHILINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v.3, 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.

MATTOS, C.C.L.V.; SILVA, M.A.R.; OLIVEIRA, M.N. Balanço hídrico para o distrito de Bemposta - Município de Três Rios-RJ. **Floresta e Ambiente**, v.2, p.27-30, 1995.

MISSIO, F.; JACOBI, L.F. Variáveis dummy: especificações de modelos com parâmetros variáveis. **Ciência e Natura**, v.29, n.1, p.111-135, 2007.

NAKAMURA, A.; PROCTOR, H.; CATTERALL, C.P. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. **Ecology Manager Rest**. v.4, p.20-28, 2003.

NASCIMENTO, E.L.M.; MACHADO, P.S. **Café, impacto ambiental e paisagem: uma abordagem interdisciplinar**. 2009. Disponível em: <<http://www.prefeitura.alemparaiba.org/pdf/2013/arquivos/Projeto/3Cafe.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2015.

OLIVEIRA, M.L. DE; RUIZ, H.A.; COSTA, L.M. DA; SCHAEFER, C.E.G.R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.535-539, 2005.

PEREIRA, J.L.; PICANÇO, M.C.; DA SILVA, A.A.; BARROS, E.C.; SILVA, R.S.; GALDINO, T.V.S.; MARINHO, C.G.S. Ants as environmental impact bioindicators from insecticide application on corn. **Sociobiology**, v.54, p.153-164, 2010.

PEREIRA, M.P.S.; QUEIROZ, J.M.; SOUZA, G.O.; MAYHE-NUNES, A.J. Influência da heterogeneidade da serapilheira sobre as formigas que nidificam em galhos mortos em floresta nativa e plantio de eucalipto. **Neotropical Biology and Conservation** v.2, p.161-164, 2007.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J.H. Understanding biodiversity loss in agroecosystems: reduction of ant diversity resulting from transformation of the coffee ecosystem in Costa Rica. **Entomology** (Trends in Agricultural Sciences) v.2, p.7-13, 1994.

PICOLOTTO, E.L. Os atores da construção da categoria agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.52, p.63-84, 2014.

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**, v.13, n.2, p.37-45, 2006.

QUEIROZ, M.I.P. Uma categoria rural esquecida. IN: WELCH, C. *et al.* **Camponeses brasileiros: leituras e interpretações clássicas**. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

RAMOS, L.S.; FILHO, R.Z.B.; DELABIE, J.H.C.; LACAU, S.; SANTOS, M.F.S.; NASCIMENTO, I.C.; MARINHO, C.G. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado “*stricto sensu*” em Minas Gerais. **Lundiana**, v.4, p.95-102, 2003a.

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

REZENDE, B.L.A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; MARTINS, M.I.E.G.; COSTA, C.C.; FELTRIM A.L. Viabilidade econômica das culturas de pimentão, repolho, alface, rabanete e rúcula em cultivo consorciado, na primavera-verão, Jaboticabal, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.35, p.22-37, 2005.

RIBAS, C.R.; SCHOEREDER, J.H.; PIC, M.; SOARES, S.M. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, v.28, n.3, p.305-314. 2003.

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.

SCHMIDT, F.A.; RIBAS, C.R.; SCHOEREDER, J.H. How predictable is the response of ant assemblages to natural forest recovery? Implications for their use as bioindicators. **Ecological Indicators**, v.24, p.158-166, 2013.

SILVA, R.R. DA; 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.

SILVA, R.R.; SILVESTRE, R. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, oeste de Santa Catarina. **Biotemas** v.13, n.2, p.85-105, 2000.

SILVÉRIO NETO, R. 2014. **Caracterização espacial da cobertura florestal dos municípios da Microrregião de Três Rios-RJ**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Monografia, (Graduação em Gestão Ambiental), Três Rios, RJ, 2014. 37p.

SILVESTRE, R. Estrutura de comunidades de formigas do Cerrado. 2000. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2000. 216p.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C.R.; SILVA, R.R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. IN: FERNÁNDEZ, F. (ED). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Colombia. p.113-148, 2003.

SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luis Antonio-SP - sugestões para aplicação de guildas como bioindicadores ambientais. **Biotemas**, v.14, n.1, p.37-69, 2001.

SOARES, S. DE A.; ANTONIALI-JUNIOR, W.F.; LIMA-JUNIOR, S.E. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de entomologia**, v.54, n.1, p.76-81, 2010.

SOARES, S.M.; MARINHO, C.G.S.; DELLA LUCIA, T.M.C. Diversidade de invertebrados edáficos em áreas de eucalipto e mata secundária. **Acta Biológica Leopoldensia**, v.19, p.157-164, 1998.

SOARES, S.M.; SCHOEREDER, J.H. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, v.48, p.280-286, 2001.

STEIN, A.; GERSTNER, K.; KREFT, H. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. **Ecology Letters**, v.17, n.7, p.866-880, 2014.

STERLING, W.L. **Action & inaction levels in pest management**. Texas: College Station, 1984. 20p.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M.C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v.31, n.1, p.79-92, 2004.

VARGAS, A.B.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; QUEIROZ, J.M.; SOUZA, G.O.; RAMOS, E.F. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidades de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v.6, p.28-37, 2007.

WILSON, E. O. La hiperdiversidad como fenómeno real: el caso de *Pheidole*. p.363-370. IN: FERNÁNDEZ, F. (EDS). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto Humboldt. Bogotá, 2003. 398 p.

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; FAGUNDES, C.K. ROVEDDER, A.P., Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental, **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.4, n.1, p.60-71, 2005.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J.C.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; MEDEIROS, A.G.B.; SILVA, A.S.S. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.387-392, 2003.

## **CAPÍTULO II**

### **GRUPOS FUNCIONAIS DE FORMIGAS E SEUS EFEITOS SOBRE OUTROS INSETOS EM ÁREAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL**

## RESUMO

Este capítulo teve como objetivo estudar os grupos funcionais de formigas em áreas de cultivo orgânico e cultivo convencional, avaliar a influência da mirmecofauna sobre a abundância de outros insetos nos agroecossistemas e comparar a fauna de artrópodes, com ênfase nos insetos, em áreas com cultivo convencional e orgânico. O estudo foi realizado em oito propriedades rurais com cultivo orgânico e oito com cultivo convencional, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. Foram instaladas para a coleta das formigas 15 armadilhas de solo tipo *pitfall* a dez metros de distância entre si, estando ativas por 48 horas. As formigas coletadas foram triadas, fixadas em via seca e identificadas. Os artrópodes das ordens Coleoptera, Araneae, Diptera, Orthoptera e Hemiptera coletados foram triados, identificados e contados, para obter a sua abundância. A abundância das formigas foi obtida pela contagem do número de armadilhas em que foram coletadas. O grupo funcional com maior número de espécies foi “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira”, seguido pelo grupo “Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas” e do grupo “Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira”. O grupo “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira” apresentou maior abundância de formigas em ambos os tipos de cultivo. A riqueza de espécies absoluta também foi maior para o grupo funcional “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira”, nos cultivos convencionais e orgânicos. A riqueza de grupos funcionais média foi significativamente maior nos cultivos orgânicos que nos convencionais. Nas áreas sob cultivo convencional, somente foi constatado efeito direto da abundância de formigas onívoras que habitam o solo e as plantas sobre a abundância de coleópteros. A abundância média de artrópodes em geral, coleópteros, aranhas e dípteros não diferiu entre cultivos convencionais e orgânicos. Já a abundância de ortópteros, hemípteros e outros artrópodes foi significativamente maior nos cultivos orgânicos que nos convencionais. Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que o grupo funcional de formigas que obteve a segunda maior riqueza “Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas” pode desempenhar um papel importante no controle biológico de coleópteros na área de cultivo convencional. A alta riqueza dos grupos funcionais de formigas “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira” e “Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira”, apesar de não apresentarem relação significativa entre a abundância de formigas e a abundância de hemípteros, ortópteros e coleópteros, mostra potencial para realização de controle biológico de insetos-praga na agricultura, por apresentarem espécies de formigas que são importantes predadoras.

**Palavras-chave:** abundância, artrópodes, mirmecofauna.

## ABSTRACT

The objective of this chapter was to study the functional groups of ants in areas of organic cultivation and conventional cultivation, to evaluate the influence of myrmecofauna on the abundance of other insects in agroecosystems, and to compare the fauna of arthropods, with emphasis on insects, in areas with conventional cultivation and organic. The study was carried out in eight farms with organic cultivation and eight with conventional cultivation, in the city of Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. For the collection of the ants, 15 pitfall traps were installed ten meters apart, being active for 48 hours. The collected ants were sorted, fixed in a dry way and identified. The collected arthropods Coleoptera, Araneae, Diptera, Orthoptera and Hemiptera were sorted, identified and counted, to obtain their abundance. The abundance of the ants was obtained by counting the number of traps in which they were collected. The functional group with the greatest number of species was "Omnivores that inhabit the soil and the litter", followed by the group "Omnivores that inhabit the soil, the litter and the plants" and the group "Generalist predators that inhabit the soil and the litter". The group "Omnivores that inhabit the soil and the litter" presented greater abundance of ants in both types of cultivation. The absolute species richness was also higher for the functional group "Omnivores that inhabit the soil and the litter" in conventional and organic crops. The richness of functional groups mean was significantly higher in organic than in conventional crops. In the areas under conventional cultivation, only direct effect of the abundance of omnivorous ants inhabiting the soil and plants on the abundance of Coleoptera was observed. The average abundance of arthropods in general, beetles, spiders and dipterans did not differ between conventional and organic crops. On the other hand, the abundance of Orthoptera, Hemiptera and other arthropods was significantly higher in organic than in conventional crops. Based on the results presented, it can be concluded that the functional group of ants that obtained the second largest "Omnivorous richness that inhabit the soil, litter and plants" may play an important role in the biological control of Coleoptera in the conventional cultivation area. The high richness of the functional groups of ants "Omnivores that inhabit the soil and the litter" and "General predators that inhabit the soil and the litter", although they do not present significant relation between the abundance of ants and the abundance of Hemiptera, Orthoptera and Coleoptera, shows potential for biological control of insect pests in agriculture, because they present ant species that are important predators.

**Key Word:** abundance, arthropods, myrmecofauna.



# 1 INTRODUÇÃO

A utilização de agrotóxicos tem sido a principal estratégia para combater as pragas agrícolas no sistema de cultivo convencional pela geralmente rápida eliminação do organismo causador do problema fitossanitário (PINTO-ZEVALLOS & ZARBIN, 2013). Porém, o uso de agrotóxicos favorece o aparecimento de insetos-pragas resistentes aos princípios ativos dos pesticidas pelo seu uso indiscriminado (FERREIRA & ZARBIN, 1998; LEITE *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2009), e afeta negativamente organismos não nocivos às culturas agrícolas pela falta de especificidade sobre a praga que deve ser controlada (PETROSKI & STANLEY, 2009; ZARBIN *et al.*, 2009). Os inseticidas promovem uma forte pressão de seleção, especialmente quando utilizados de forma contínua, e podem gerar inclusive efeitos negativos sobre populações de inimigos naturais dos insetos-praga (PASCHOAL, 1979; SOUZA & ALCANTARA, 2003; CHANDLER *et al.*, 2011; LOPES & LOPES, 2011).

Os insetos são considerados pragas agrícolas quando a sua densidade populacional nas áreas cultivadas alcança níveis elevados, ocasionando dano econômico (GARCIA, 2002; BRECHELT, 2004). Estudos demonstram que várias espécies de insetos podem causar danos significativos a produtividade agrícola (ESTRUCH *et al.*, 1997; MARTINS *et al.*, 2009). Todavia, em áreas com elevada diversidade de espécies de plantas a ocorrência de insetos-praga é restrita, pois a expressiva diversidade de espécies de plantas favorece a ocorrência de elevado número de outras espécies, incluindo espécies que são inimigas naturais dos insetos-praga (ZARBIN *et al.*, 2009). A ausência de inimigos naturais, que proporcionam o controle biológico, pode levar a ocorrência de altas densidades de insetos-praga (KIM *et al.*, 2003; COSTA *et al.*, 2004; MENEZES, 2005).

Segundo a *Global Crop Protection Association*, existem aproximadamente 10.000 espécies de insetos fitófagos (ZAMBOLIM *et al.*, 2008), sendo as mais elevadas riqueza e densidade de espécies praga observadas geralmente nas regiões tropicais (HERRERA-ESTRELLA, 1999). No Brasil, as ordens de insetos que se destacam por possuírem os maiores números de espécies que são pragas agrícolas são Hemiptera, Lepidoptera e Coleoptera (ZARBIN *et al.*, 2009), que juntamente dos insetos das ordens Diptera, Orthoptera, entre outras, causam prejuízos ao sugar a seiva das plantas ou consumir parte das sementes, frutos, folhas ou raízes (GALLO *et al.*, 2002). Além disso, muitas espécies de insetos são vetores de microrganismos fitopatogênicos (MITCHELL, 2004).

O manejo integrado de pragas surgiu como alternativa para o combate de insetos-praga, abordando questões econômicas, sociais e ambientais (SILVA *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2012) e caracterizando-se por buscar alterar pouco o ambiente e focar nas interações entre os organismos que habitam as áreas cultivadas, incluído as relações entre insetos-praga e seus inimigos naturais (FERNANDES *et al.*, 2003). O sucesso do manejo integrado de pragas se deve, entre outras características, por enfatizar o levantamento de informações sobre as populações de insetos-praga e seus inimigos naturais (CARVALHO & BARCELLOS, 2012), incluindo predadores, que são utilizados no controle biológico das pragas (FERNANDES *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2009).

Dentre os mais importantes inimigos naturais dos insetos-praga de espécies agrícolas estão os seus predadores, destacando-se diversas espécies de artrópodes, incluindo insetos (PARRA *et al.*, 2002; MORAIS *et al.*, 2007; CIVIDANES *et al.*, 2009; TORRES *et al.*, 2009; BRANCO *et al.*, 2010). As famílias de insetos predadores incluem Pentatomidae, Coccinellidae, Chrysopidae, Syrphidae, Carabidae, Forficulidae e Formicidae (GRAVENA & CUNHA, 1991; EVANGELISTA JÚNIOR *et al.*, 2006). A existência de uma vasta gama de predadores de insetos-praga nas áreas cultivadas está geralmente relacionada a ocorrência de uma elevada diversidade vegetal nestas áreas (ALTIERI, 1998; SOUZA, 2008). Assim, os

cultivos orgânicos por serem, muitas vezes, policultivos, são áreas propícias a ocorrência de predadores de insetos-praga.

Dentre os insetos, as formigas se destacam nos agroecossistemas pela sua elevada abundância e diversidade de comportamentos, desempenhando diversos papéis nas áreas cultivadas (QUEIROZ *et al.*, 2006). Esses insetos ocupam quase todos os nichos disponíveis, nidificando nas copas das árvores até alguns metros de profundidade no solo (SILVESTRE, 2000). As formigas-cortadeiras (gêneros *Atta* e *Acromyrmex*) são pragas de uma vasta gama de plantas cultivadas (LIMA & RACCA FILHO, 1996) por cortar as suas folhas e ramos verdes (NICKELE *et al.*, 2013). Também existem espécies que causam injúrias nas plantas e se alimentam da seiva (JETTER *et al.*, 2002) ou se associam com hemípteros para se alimentar das suas fezes açucaradas (PENTEADO *et al.*, 2012). Essa associação geralmente é prejudicial às culturas, pois as formigas melhoram as condições de higiene e protegem os hemípteros de inimigos naturais (BUCKLEY, 1987; QUEIROZ & OLIVEIRA, 2001), o que acaba por aumentar a densidade desses insetos-praga (GONZÁLEZ-HERNANDEZ *et al.*, 1999). Além disso, algumas espécies de formigas são conhecidas pela sua agressividade e podem atacar os agricultores, causando problemas sérios principalmente em pessoas alérgicas aos seus venenos (JETTER *et al.*, 2002). Por outro lado, várias espécies contribuem para a ciclagem de nutrientes no solo e alteram suas características químicas e físicas (LOBRY DE BRUYN, 1999; FARJI-BRENER & GHERMANDI, 2000), podendo colaborar inclusive para a germinação e o crescimento das plantas (ALMEIDA, 2012). Muitas espécies de formigas são potenciais polinizadoras e predadoras vorazes (GALLO *et al.*, 1988; RICO-GRAY & OLIVEIRA, 2007). As espécies predadoras contribuem para a redução da abundância de insetos-praga nos agroecossistemas (EUBANKS, 2001; VAN-MELE & CUC, 2001). Espécies de formigas dos gêneros *Pheidole* (CASTRO & QUEIROZ, 1987), *Ectatomma*, *Gnamptogenys* e *Solenopsis* (SOUSA-SILVA *et al.*, 1992; WAY & KHOO, 1992) já foram apontadas como predadoras de insetos-praga, mas várias outras formigas são predadoras e consomem uma elevada variedade de outros insetos (FOWLER *et al.*, 1991).

Estudos realizados com formigas em ecossistemas diversificados e monoculturas mostram sua atuação como agentes de controle natural de insetos-pragas, sendo sua manutenção fundamental em programas de manejo integrado de pragas (RISCH, 1981; RISCH & CARROL, 1982; FERNANDES *et al.*, 1994).

Apesar das diversas funções ecológicas realizadas pela fauna de formigas, poucas pesquisas avaliaram grupos funcionais de formigas em áreas cultivadas. Alguns estudos investigaram as interações entre formigas, outros insetos e as plantas cultivadas (ZANETTI *et al.*, 2000; PHILPOTT & ARMBRECHT, 2006) ou analisaram a diversidade taxonômica (ALMEIDA *et al.*, 2007; GOMES *et al.*, 2013). Os grupos funcionais de formigas são afetados pelas características dos habitats, visto que tais características estão relacionadas com a oferta de locais de nidificação e recursos alimentares, que influenciam aspectos comportamentais e a sobrevivência das formigas (ANDERSEN 1991, 1992, 1997; DELABIE *et al.*, 2000; SILVESTRE *et al.*, 2003; MACEDO *et al.*, 2011; CASTILHO, 2013).

Ademais, existe pouca informação sobre os efeitos da fauna de formigas sobre outros artrópodes em áreas cultivadas, especialmente aquelas com cultivos orgânicos. Estudos sobre o papel da fauna de formigas sobre outros insetos que podem ser danosos às plantas cultivadas são importantes para utilização das formigas como agentes de controle biológico no manejo integrado de pragas (SILVA & CARVALHO, 2000; GARCIA *et al.*, 2004; GULLAN & CRANSTON, 2012). Além disso, a identificação das espécies de formigas que podem causar danos às plantas cultivadas é importante.

Em agroecossistemas, grupos funcionais de formigas predadoras podem ser úteis para reduzir a dependência de insumos externos para o manejo de pragas, auxiliando na sustentabilidade ambiental e econômica da produção agrícola. Como a mirmecofauna é

influenciada pelos tratos culturais e por fatores ambientais (ALMEIDA *et al.*, 2007; VARGAS *et al.*, 2007), a avaliação dessa influência possibilita gerar informações úteis para potencializar os benefícios advindos da fauna de formigas nas áreas cultivadas e reduzir os problemas ocasionados pelas espécies danosas.

Trabalhos realizados por outros autores propuseram o uso de grupos funcionais de formigas em estudos ecológicos (MAJER, 1983; ALONSO, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2014), pois as espécies de um grupo funcional tendem a apresentar padrões de resposta semelhantes às condições ambientais que são expostas. Características como preferência de habitat, alimento consumido, microclima, dominância, estratégias de forrageamento, nível de tolerância às perturbações ambientais, interações comportamentais, dentre outras, podem ser utilizadas para definir os grupos funcionais (ANDERSEN, 1997; SILVESTRE *et al.*, 2003).

Esse capítulo teve como objetivo estudar os grupos funcionais de formigas em áreas de cultivo orgânico e cultivo convencional. Além disso, visou analisar a influência da mirmecofauna sobre a abundância de outros insetos nos agroecossistemas e comparar a fauna de artrópodes, com ênfase nos insetos, em áreas com cultivo convencional e orgânico. Também teve como objetivo identificar as espécies de formigas benéficas ou causadoras de problemas nos agroecossistemas estudados. As hipóteses testadas foram: 1) a riqueza e a diversidade de grupos funcionais de formigas e a abundância de artrópodes, são maiores em cultivos orgânicos que em convencionais; 2) a abundância de formigas influencia a abundância de outros grupos de insetos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Áreas de Estudo**

A coleta de dados foi realizada nas áreas cultivadas descritas no CAPÍTULO I.

### **2.2 Coleta de Dados**

A coleta de dados sobre a mirmecofauna foi realizada conforme descrito no CAPÍTULO I. As armadilhas tipo *pitfall* utilizadas para a coleta das formigas também serviram para a amostragem dos demais artrópodes. Os artrópodes coletados foram triados, identificados e contados no Laboratório de Gestão Ambiental do Instituto Três Rios. Os dados de profundidade de cobertura morta e de temperatura do ar ao nível do solo foram obtidos conforme descrito no CAPÍTULO I.

A alocação das espécies de formigas em grupos funcionais foi realizada com base em informações disponíveis na literatura sobre seus hábitos alimentares, de nidificação e de forrageamento. Observaram-se as propostas de grupos funcionais presentes em outros trabalhos científicos (DELABIE *et al.*, 2000; SILVESTRE *et al.*, 2003; MACEDO *et al.*, 2011; GROC *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2016). Optou-se por alocar as formigas-cortadeiras em um grupo funcional e as demais espécies de formigas que cultivam fungo, mas não cortam folhas ou ramos de plantas, em outro grupo funcional.

### **2.3 Análise dos Dados**

O número de grupos funcionais de formigas foi considerado como a riqueza de grupos funcionais. A diversidade de grupos funcionais de formigas foi calculada com o Índice de

Shannon. Como mencionado no CAPÍTULO I, a abundância das formigas foi obtida pela contagem do número de armadilhas em que foram coletadas e a abundância dos demais artrópodes foi obtida a partir da soma do número de indivíduos coletados. O Teste t foi usado para verificar se a riqueza e a diversidade funcional de formigas variaram entre áreas com cultivo orgânico e convencional. O mesmo teste foi utilizado para verificar se a abundância média de artrópodes variou entre cultivos convencionais e orgânicos. A riqueza relativa e a abundância relativa dos grupos funcionais de formigas nos cultivos orgânicos e convencionais foram analisadas com o Teste de Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ). A Análise de Trilha foi utilizada para estudar a influência da abundância de formigas sobre a abundância de insetos das ordens Coleoptera, Hemiptera e Orthoptera. A abundância dos insetos dessas ordens foi obtida através da contagem dos indivíduos presentes nas armadilhas. A profundidade de cobertura morta e a temperatura do ar foram utilizadas nessa análise. Com a Análise de Trilha foi possível obter o efeito direto da abundância de formigas sobre a variável dependente (abundância de coleópteros, hemípteros ou ortópteros), já que a abundância desses grupos também pode ser afetada pela profundidade de cobertura morta e pela temperatura do ar.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Grupos Funcionais Coletados

Considerando tanto os cultivos convencionais quanto os orgânicos, o grupo funcional com maior número de espécies foi o “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira”, seguido pelo grupo “Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas” e do grupo “Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira” (Tabela 6). Sabe-se que a maioria das espécies de formigas é onívora e nidifica no solo e na serapilheira, além de forragearem sobre esses substratos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; AGOSTI *et al.*, 2000). Cerca de 63% de todas as espécies de formigas descritas no mundo habitam o solo ou a serapilheira (WALL & MOORE, 1999), por esses locais apresentarem elevada abundância de locais para nidificação e de alimentos (LEVINGS, 1983; SILVA & SILVESTRE, 2004). Em trabalho realizado por PEREIRA *et al.* (2016) “Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira” e “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira” foram também os grupos funcionais que apresentaram maior riqueza de espécies. Considerando ainda a técnica de coleta utilizada, pode-se dizer que esses resultados já eram esperados, corroborando com resultados encontrados por outros autores utilizando *pitfalls* (CORRÊA *et al.*, 2006).

**Tabela 6.** Grupos funcionais e a riqueza de espécies de formigas em áreas cultivadas no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.

Grupos Funcionais	Espécies de Formigas	Riqueza
Onívoras que habitam o solo e a serapilheira	<i>Brachymyrmex</i> sp.1, <i>Dorymyrmex</i> sp.1, <i>Dorymyrmex</i> sp.2, <i>Linepithema</i> sp.1, <i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884, <i>Pheidole</i> sp.1, <i>Pheidole</i> sp.2, <i>Pheidole</i> sp.3, <i>Pheidole</i> sp.4, <i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972, <i>Solenopsis</i> sp.1, <i>Solenopsis</i> sp.2, <i>Solenopsis</i> sp.3, <i>Solenopsis</i> sp.4, <i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855), <i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851), <i>Pogonomyrmex abdominalis</i> Santschi, 1929	17
Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas	<i>Dolichoderus</i> sp.1, <i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862, <i>Camponotus depressus</i> Mayr, 1866, <i>Camponotus maculatus</i> (Fabricius, 1782), <i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894, <i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775), <i>Camponotus</i> sp.1, <i>Camponotus</i> sp.2, <i>Camponotus</i> sp.3, <i>Camponotus</i> sp.4	10
Onívoras que habitam plantas	<i>Cephalotes</i> sp.1, <i>Crematogaster</i> sp.1, <i>Crematogaster</i> sp.2, <i>Crematogaster</i> sp.3, <i>Pseudomyrmex</i> sp.1	5
Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira	<i>Ectatomma brunneum</i> Smith, 1858, <i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863, <i>Gnamptogenys</i> sp.1, <i>Neoponera</i> sp.1, <i>Neoponera obscuricornis</i> (Emery, 1890), <i>Pachycondyla striata</i> Smith, 1858, <i>Odontomachus bauri</i> Emery, 1892	7
Cultivadoras de fungos	<i>Cyphomyrmex</i> sp.1, <i>Mycocetopus goeldii</i> (Forel, 1893)	2
Cortadeiras	<i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Linnaeus, 1758), <i>Acromyrmex</i> sp.1, <i>Acromyrmex</i> sp.2, <i>Acromyrmex</i> sp.3	4
Nômades predadoras	<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802), <i>Labidus praedator</i> (Smith, 1858), <i>Neivamyrmex</i> sp.1	3

Os sete grupos funcionais de formigas ocorreram nos cultivos convencionais e orgânicos, sendo o grupo “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira” o que apresentou maior abundância de formigas em ambos os tipos de cultivo, assim como resultados encontrados por PEREIRA *et al.* (2016) (Tabela 7). A abundância das espécies do grupo funcional “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira” foi expressivamente maior que dos outros grupos funcionais. Em relação às “Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas”, que possui a segunda maior abundância nos cultivos convencionais e a terceira nos orgânicos, a abundância foi menos da metade da observada para o grupo funcional “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira”.

Uma possível explicação para as diferenças nos valores de abundância nos grupos funcionais de formigas que habitam plantas em relação aos que habitam solo e a serapilheira é que o ambiente proporcionado pela interface solo-serapilheira apresenta a fauna de invertebrados, presas potenciais das formigas, mais diversificada e abundante e maior quantidade de locais para nidificação, inclusive micro habitats que podem manter populações relativamente maiores de formigas especialistas (BRÜHL *et al.*, 1998). Todavia, é provável que a utilização apenas de armadilhas de solo para a amostragem da fauna de formigas tenha contribuído para a relativa elevada abundância de formigas que habitam o solo e a serapilheira.

Cabe ressaltar que a abundância absoluta foi maior nos grupos funcionais nos cultivos orgânicos. Estudos realizados por ROOT (1973) mostram que as populações de inimigos naturais são mais abundantes em sistemas heterogêneos, corroborando com o resultado encontrado. As frequências das abundâncias dos grupos funcionais não diferiram significativamente entre cultivos convencionais e orgânicos (Teste de Qui-quadrado;  $\chi^2 = 5,52$ ; Gl = 6; p = 0,48).

**Tabela 7.** Abundância absoluta e relativa (%) de formigas nos diferentes grupos funcionais em cultivos convencionais e orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.

Grupos Funcionais	Abundância		Abundância Relativa (%)	
	Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico
Onívoras que habitam o solo e a serapilheira	52	164	56,52	64,82
Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas	18	26	19,57	10,28
Onívoras que habitam plantas	3	10	3,26	3,95
Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira	10	27	10,87	10,67
Cultivadoras de fungos	1	4	1,09	1,58
Cortadeiras	7	19	7,61	7,51
Nômades predadoras	1	3	1,09	1,19

A riqueza de espécies absoluta também foi maior para o grupo funcional “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira”, nos cultivos convencionais e orgânicos (Tabela 8), em trabalho realizado por PEREIRA *et al.* (2016) o grupo funcional “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira” teve a segunda maior riqueza. Cabe ressaltar a expressiva diferença no número de espécies do grupo funcional “Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira” entre cultivos convencionais e orgânicos, sendo expressivamente maior nos cultivos orgânicos que nos convencionais. Assim, o possível controle biológico proporcionado por essas espécies de formigas predadoras pode ser potencializado nos cultivos orgânicos. Não houve diferença significativa na frequência da riqueza de espécies dos grupos funcionais entre cultivos convencionais e orgânicos (Teste de Qui-quadrado;  $\chi^2 = 4,35$ ; Gl = 6; p = 0,63).

**Tabela 8.** Riqueza absoluta e relativa (%) de formigas nos diferentes grupos funcionais em cultivos convencionais e orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.

Grupos Funcionais	Riqueza		Riqueza Relativa (%)	
	Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico
Onívoras que habitam o solo e a serapilheira	15	14	51,72	36,84
Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas	6	7	20,69	18,42
Onívoras que habitam plantas	3	3	10,34	7,89
Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira	1	7	3,45	18,42
Cultivadoras de fungos	1	2	3,45	5,26
Cortadeiras	2	3	6,90	7,89
Nômades predadoras	1	2	3,45	5,26

A riqueza média de grupos funcionais foi significativamente maior nos cultivos orgânicos (Tabela 9). Isso pode ser explicado devido ao fato da complexidade estrutural do meio ambiente ter sido identificada como um fator que afeta diretamente a riqueza de espécies (LASSAU & HOCHULI, 2004; ORSOLON-SOUZA *et al.*, 2011). Porém, a diversidade de grupos funcionais não diferiu significativamente entre cultivos convencionais e orgânicos.

**Tabela 9.** Riqueza e diversidade médias de grupos funcionais de formigas em cultivos convencionais e orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.

Variáveis	Convencional	Orgânico
Riqueza	3,13 ± 1,46 a	4,75 ± 0,71 b
Diversidade	0,79 ± 0,36 a	1,01 ± 0,20 a

Nota: médias seguidas de letras diferentes apontam diferença significativa pelo Teste t, utilizando-se a probabilidade de 5% para aferir-se significância.

As formigas “Onívoras que habitam o solo e a serapilheira” nidificam, por exemplo, no solo, embaixo de pedras, troncos, entre folhas na serapilheira e no interior de galhos e frutos caídos sobre o solo. São encontradas nos mais diversos habitats, como ambientes florestais, campos, savanas e ambientes desérticos. Algumas espécies são bem adaptadas a

ambientes perturbados, incluindo ambientes antropizados, onde podem ser encontradas em residências e hospitais, embora algumas espécies possam apresentar alto grau de endemismo e serem encontradas em florestas úmidas preservadas (BACCARO *et al.*, 2015; ANT WIKI, 2017). Forrageiam na serapilheira e no solo e em troncos ou vegetação baixa (BACCARO *et al.*, 2015; ANT WIKI, 2017). São onívoras (DELABIE *et al.*, 2000; RÉ, 2007), podem ser generalistas, oportunistas e algumas espécies podem coletar *honeydew* de insetos sugadores de seiva (como hemípteros e afídeos) e se alimentar de nectários extraflorais (BACCARO *et al.*, 2015). Caçam insetos vivos, podem ser predadoras oportunistas e algumas espécies possuem comprovada importância na dispersão de sementes (HANDEL & BEATTIE, 1990; ROSSI & FOWLER, 2004). Algumas espécies de *Brachymyrmex* spp., *Solenopsis* spp. e *Pogonomyrmex* spp. são conhecidas por seu potencial invasor, sendo conhecidas como pragas por causarem danos agrícolas e impactos negativos sobre a fauna e flora nativas, além de possuírem espécies agressivas podendo ferir humanos (BACCARO *et al.*, 2015; ANT WIKI, 2017). O gênero *Pheidole* spp. possui grande importância ecológica, como controladoras das populações de outros artrópodes (BACCARO *et al.*, 2015).

As “Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas” são formigas, em sua maioria, com hábito especialmente arborícola, nidificam geralmente em solo, troncos, bases ou copas de árvores, gravetos, matéria vegetal em decomposição e epífitas (FOWLER *et al.*, 1991; ROCHA & SOLFERINI, 2008). São comuns em florestas tropicais, com hábito diurno e forrageiam no solo e vegetação (BACCARO *et al.*, 2015). São generalistas e frequentemente encontradas associadas a insetos trofobiontes produtores de *honeydew*, como afídeos e coccídeos (FOWLER *et al.*, 1991; BOLTON, 2003; BACCARO *et al.*, 2015).

O grupo “Onívoras que habitam plantas” é constituído de formigas arborícolas que habitam galhos e nidificam, por exemplo, em cavidades no tecido vegetal inoperante, ramos secos, cavidades de plantas vivas, epífitas e plantas mirmecófitas (ANT WIKI, 2017). Forrageiam em árvores, mas podem também incluir a serapilheira como local de forrageamento, sendo generalistas. São onívoras, alimentam-se de secreções açucaradas excretadas por hemípteros e nectários extraflorais, matéria orgânica em decomposição, fezes de animais e grãos de pólen (BACCARO *et al.*, 2015). Algumas espécies são extremamente agressivas e conferem alto grau de proteção à planta hospedeira (BACCARO *et al.*, 2015). Podem ser predadoras eficientes e praticam recrutamento em massa, o que as faz dominantes no estrato arbóreo (BACCARO *et al.*, 2015).

As “Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira” nidificam no solo, em madeira em decomposição, cupinzeiros abandonados e galhos na serapilheira (BACCARO *et al.*, 2015). São encontradas preferencialmente em florestas úmidas (ANT WIKI, 2017), na serapilheira (SILVA *et al.*, 2004), subsolo (DELABIE *et al.*, 1990), eventualmente ocorrem em áreas de savana, florestas secas e podem ocorrer espécies em ambientes perturbados (BARBOSA & FERNANDES, 2003; MICHEREFF FILHO *et al.*, 2004). Podem ser agressivas e atacar os agricultores (JETTER *et al.*, 2002). Forrageiam predominantemente sobre o solo e na serapilheira e predam diversos animais, como vários artrópodes, formigas, gastrópodes, besouros, diplópodes, cupins, vespas, pupas de abelhas, lagartas e minhocas (HÖLLDOBLER & O. WILSON, 1990; MEDEIROS, 1997; PETERNELLI *et al.*, 2004). Adicionalmente, podem explorar carcaças, líquidos açucarados secretados por hemípteros, nectários extraflorais e exsudatos de flores e frutos e sementes no solo (BACCARO *et al.*, 2015; ANT WIKI, 2017). Como as espécies de *Ectatomma* são bastante agressivas (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), provavelmente inibem o aumento populacional de espécies menos agressivas e que são menos adaptadas para competirem por alimento (FERNANDES *et al.*, 2000).

As “Cultivadoras de fungos” incluem os gêneros coletados *Cyphomyrmex* e *Mycocepurus*. Nidificam em ninhos superficiais, entre folhas na serapilheira, sob pedras, em



troncos em decomposição, na vegetação ou no solo, em campos abertos e áreas de floresta (BACCARO *et al.*, 2015). Forrageiam na serapilheira e solo em busca de carcaças de pequenos insetos, excrementos de lagartas e material vegetal decomposto para utilização como substrato nos jardins de fungo (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Podem ainda visitar nectários extraflorais em busca de exsudatos (BACCARO *et al.*, 2015).

As “Cortadeiras” incluem os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*. Seus ninhos são subterrâneos. Estão entre as principais pragas encontradas em áreas de cultivo (LIMA & RACCA FILHO, 1996; SCHULTZ & MCGLYNN, 2000), se alimentam de um fungo que cultivam com folhas cortadas das plantas (NICKELE *et al.*, 2013), frutos, sementes, galhos e partes de flores (LOPES, 2005).

As “Nômades predadoras” incluem os gêneros coletados *Labidus* e *Neivamyrmex*. Vivem em ambientes florestados, forrageiam na superfície aonde predam pequenos artrópodes e recolhem diversos tipos de alimentos (como sementes e frutas). Algumas espécies foram registradas predando outras formigas. São consideradas generalistas, mas o efeito sobre a população de invertebrados de solo durante as incursões de forrageio é considerável e podem esgotar até 75% da biomassa de invertebrados na serapilheira (KASPARI & O'DONNELL, 2003; O'DONNELL *et al.*, 2007; KASPARI *et al.*, 2011; BACCARO *et al.*, 2015).

### 3.2 Relação entre a abundância de formigas e a abundância de outros insetos

Nas áreas sob cultivo convencional, somente foi constatado efeito direto da abundância de formigas “Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas” sobre a abundância de coleópteros, considerando-se no limite da significância (Tabela 10). O aumento da abundância dessas formigas causou a redução da abundância de coleópteros.

**Tabela 10.** Relação direta entre a abundância de formigas em geral e dos grupos funcionais e a abundância de hemípteros, ortópteros e coleópteros em áreas com cultivos convencionais, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.

Relações	Coefficiente de determinação (R <sup>2</sup> )	Coefficiente angular	p
<b>Formigas em geral</b>			
Hemiptera	0,130	-0,058	0,93
Orthoptera	0,717	0,376	0,58
Coleoptera	0,512	0,823	0,34
<b>Onívoras que habitam o solo e a serapilheira</b>			
Hemiptera	0,165	0,562	0,71
Orthoptera	0,825	1,140	0,16
Coleoptera	0,372	0,103	0,94
<b>Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas</b>			
Hemiptera	0,519	0,660	0,15
Orthoptera	0,707	-0,134	0,67
Coleoptera	0,764	-0,672	0,06
<b>Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira</b>			
Hemiptera	0,134	-0,058	0,93
Orthoptera	0,771	0,367	0,30
Coleoptera	0,554	0,557	0,27

Nas análises realizadas com os dados coletados nas áreas sob cultivo orgânico, não houve relação significativa entre a abundância de formigas e a abundância de hemípteros, ortópteros ou coleópteros (Tabela 11).

**Tabela 11.** Relação direta entre a abundância de formigas em geral e dos grupos funcionais e a abundância de hemípteros, ortópteros e coleópteros em áreas com cultivos orgânicos, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.

Relações	Coefficiente de determinação (R <sup>2</sup> )	Coefficiente angular	p
<b>Formigas em geral</b>			
Hemiptera	0,428	-0,173	0,67
Orthoptera	0,561	0,486	0,22
Coleoptera	0,394	0,035	0,93
<b>Onívoras que habitam o solo e a serapilheira</b>			
Hemiptera	0,474	-0,284	0,49
Orthoptera	0,428	0,326	0,45
Coleoptera	0,414	0,151	0,72
<b>Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas</b>			
Hemiptera	0,528	0,387	0,36
Orthoptera	0,452	0,379	0,40
Coleoptera	0,403	-0,108	0,81
<b>Predadoras generalistas que habitam o solo e a serapilheira</b>			
Hemiptera	0,407	-0,091	0,83
Orthoptera	0,405	0,281	0,51
Coleoptera	0,434	-0,208	0,62

O resultado apresentado no cultivo convencional no qual o aumento da abundância de formigas “Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas” causou a redução da abundância de coleópteros, motiva futuras pesquisas relacionadas ao controle biológico de coleópteros-praga na agricultura por formigas “Onívoras que habitam o solo a serapilheira e as plantas”, visto que alguns coleópteros como os bruquíneos e vaquinhas (*Chrysomelidae*), são exemplos de importantes pragas que afetam a reprodução de plantas (SARI *et al.*, 2005) e que outras famílias como *Bostrichidae*, *Bruchidae*, *Curculionidae* e *Anobiidae* são conhecidas como pragas primárias, causando consideráveis perdas econômicas (PEREIRA & ALMEIDA, 2001). Apesar dos malefícios causados pelos coleópteros que são pragas agrícolas, existem também algumas espécies que são benéficas - predadoras e edáficas (GARLET *et al.*, 2015). Existem os besouros coprófagos, os quais, por serem detritívoros, proporcionam vários benefícios aos ecossistemas (ENDRES *et al.*, 2005) e atuam como agentes de controle biológico, especialmente de dípteros e helmintos (FLECHTMANN *et al.*, 1995; FLECHTMANN & RODRIGUES, 1995). Todas as outras relações avaliadas não foram significativas, diferindo de resultados encontrados por outros autores, que observaram que a abundância de presas em potencial se relacionou negativamente com a abundância de formigas predadoras (DELABIE & FOWLER, 1995; EUBANKS, 2001).

### 3.3 Abundância de artrópodes nos cultivos convencionais e orgânicos

A abundância média de artrópodes em geral não diferiu entre cultivos convencionais e orgânicos (Tabela 12). Também não houve diferença significativa na abundância de coleópteros, aranhas e dípteros nos cultivos convencionais e orgânicos.

Já a abundância de ortópteros foi significativamente maior nos cultivos orgânicos que convencionais, assim como a abundância de hemípteros e outros artrópodes.

**Tabela 12.** Abundância média de artrópodes em áreas com cultivos orgânicos e convencionais, no município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro.

Táxon	Abundância média	
	Convencional	Orgânico
Arthropoda	66,38 ± 60,55 a	49,88 ± 14,85 a
Coleoptera	4,38 ± 5,50 a	11,63 ± 8,33 a
Araneae	6,88 ± 10,43 a	13,13 ± 11,74 a
Diptera	52,38 ± 64,67 a	11,25 ± 5,75 a
Orthoptera	1,75 ± 2,19 a	6,50 ± 5,40 b
Hemiptera	0,50 ± 0,76 a	5,13 ± 3,44 b
Outros Arthropoda	0,5 ± 0,76 a	2,25 ± 1,49 b

Nota: médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa entre cultivos convencionais e orgânicos pelo Teste t, com a probabilidade de 5% para aferir-se significância.

A ordem Diptera engloba importantes pragas agrícolas do Brasil causadoras de danos em frutos e outras partes dos vegetais (MORGANTE, 1991; MALAVASI, 2000; ZUCCHI, 2000; RODRIGUES *et al.*, 2006; HUSCH *et al.*, 2012; VELOSO *et al.*, 2012). A principal forma de controle é através da aplicação de inseticidas químicos (HÄRTER *et al.*, 2010). Entretanto, o controle biológico tem assumido um papel de destaque nas estratégias de manejo integrado das moscas-das-frutas (NÚÑEZ-CAMPERO *et al.*, 2014; ARAUJO *et al.*, 2015).

A ordem Coleoptera apresenta espécies que atacam sementes (SOSBAI, 2005), folhas e galhos das plantas nas áreas de cultivo (ZANUNCIO *et al.*, 1993), estando nas famílias Bruchidae, Anthribidae, Cerambycidae e Chrysomelidae as principais pragas pertencentes a essa ordem (SANTOS *et al.*, 1991, 1997).

As aranhas estão entre os mais abundantes invertebrados predadores em ecossistemas terrestres conhecidos (WISE, 1993). Diversos autores pesquisaram o uso de aranhas como agentes de controle biológico no manejo de insetos-praga em agroecossistemas (BASTIDAS *et al.*, 1993, 1994; MEDINA, 1994; GREENSTONE & SUNDERLAND, 1999). Nossos resultados demonstram que dentre os inimigos naturais coletados, o grupo Araneae obteve maior destaque, corroborando com outros trabalhos, onde esse grupo foi representativo (DIDONET *et al.*, 2001; BAMBARADENIYA *et al.*, 2004).

A não existência de diferença significativa entre a abundância de dípteros, coleópteros e aranhas nas áreas de cultivo orgânico e convencional pode significar que o método de controle adotado no cultivo orgânico sem o uso de inseticidas químicos tem se mostrado tão eficaz quanto aquele adotado em sistemas de cultivo convencional, abrindo novas perspectivas para pesquisas sobre a real eficácia dos inseticidas químicos no controle de pragas agrícolas.

A ordem Orthoptera abrange os gafanhotos e grilos que constituem um dos maiores grupos de insetos herbívoros no mundo (GANGWERE *et al.*, 1997), sua alimentação muitas vezes abrange famílias de plantas inteiras (ALMEIDA & CÂMARA, 2008), causando consideráveis danos a pastagens e culturas agrícolas, gerando expressivas perdas econômicas (CIGLIANO *et al.*, 2000, 2002; DE WYSIECKI *et al.*, 2000; LANGE *et al.*, 2005; GUERRA *et al.*, 2012; MARIOTTINI *et al.*, 2012). Os surtos populacionais de gafanhotos estão relacionados ao desmatamento, ocasionando desequilíbrio ecológico e significativa redução dos inimigos naturais, favorecendo sua explosão populacional (CARBONELL, 1988; LECOQ, 1991) são um resultado desfavorável no sistema de cultivo convencional, podendo trazer impactos produtivos negativos e perda econômica. Faz-se necessário realizar em futuros estudos a identificação destes insetos em nível de espécie para verificar qual o melhor método de controle a ser adotado em áreas de cultivo orgânico.

Interações de herbivoria, predação, parasitismo e competição são importantes para o equilíbrio natural das populações de insetos (AGUIAR-MENEZES & MENEZES, 2005). Pelo potencial de algumas espécies de formigas como agentes de controle biológico por serem predadoras vorazes, pode-se considerar que podem contribuir para a redução da abundância de insetos-praga nos agroecossistemas (EUBANKS, 2001; VAN-MELE & CUC, 2001). O levantamento em futuros estudos de formigas e outros artrópodes com outras técnicas de coleta, além da utilizada no presente estudo, como armadilhas de dossel (OLIVEIRA-SANTOS *et al.*, 2009), coletas manuais, coletas com iscas, (ESTRADA *et al.*, 2014), extratores de *Winkler* (LOPES & VASCONCELOS, 2008) e agitação de folhagens (SARMIENTO-M, 2003), podem proporcionar dados relevantes sobre o controle biológico proporcionado pelos diferentes grupos funcionais que podem não ter sido bem representados através da coleta utilizando apenas armadilhas do tipo *pitfall*. A avaliação da abundância de espécies de pragas específicas relacionada às formigas pode ser importante, pois algumas formigas são predadoras específicas e não se alimentam de todas as espécies de uma ordem de insetos, portanto faz-se necessário realizar estudos que relacionem as formigas com espécies de pragas específicas. O aprofundamento das questões discutidas nesse capítulo em futuros estudos poderá também incluir maiores informações em relação às espécies de formigas predadoras com maior potencial para o controle biológico de espécies de pragas.

## 4 CONCLUSÕES

As áreas com cultivo orgânico são mais propícias para a manutenção de uma fauna de formigas mais diversificada do que áreas sob o sistema de cultivo convencional. Além disso, a abundância de formigas benéficas é maior em cultivos orgânicos que convencionais. Isso se deve a não utilização de inseticidas sintéticos nos cultivos orgânicos e a outras características desse sistema de cultivo, como a presença de maior número de espécies cultivadas e maior profundidade de cobertura morta.

Formigas predadoras são relevantes para o controle biológico de insetos-praga, o que mostra a importância da não eliminação de insetos predadores por inseticidas. O uso dos pesticidas deve ser visto como uma questão de segurança ambiental no qual devem ser realizados estudos sobre os impactos nos organismos não alvo. Além disso, a aplicação de inseticidas nem sempre reduz significativamente as populações de insetos, como constatado no presente estudo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTI, D.; ALONSO, L.E. The ALL Protocol, p.204-206. IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (EDS) **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, 2000. 280p.

AGUIAR-MENEZES, E.L.; MENEZES, E.B. Bases ecológicas das interações entre insetos e plantas no manejo ecológico de pragas agrícolas. IN: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (ED). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.324-339, 2005.

ALMEIDA, A.V.; CÂMARA, C.A. Distribution of grasshoppers (Orthoptera: *Acridoidea*) in the Tapacurá ecological station (São Lourenço da Mata, PE/Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v.68, n.1, p.21-24, 2008.

ALMEIDA, F.S. **Formigas como engenheiras de ecossistemas: influência sobre as características químicas do solo e a distribuição de sementes e plantas**. 2012. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012. 69p.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J.M.; MAYHÉ-NUNES, A. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, v.14, n.1, p.33-43, 2007.

ALONSO, L.E. Ants as indicators of diversity. IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, E.; SCHULTZ, T.R. (EDS) **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press. 2000. 280p.

ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: **Editora Universidade/UFRGS**, 1998.

ANDERSEN, A.N. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia. **Biotropica**, v.23, p.575–585, 1991.

ANDERSEN, A.N. Regulation of momentary diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. **American Naturalist**, v.140, p.401–420, 1992.

ANDERSEN, A.N. Function groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. **Journal of Biogeography**, v.24, p.433–460, 1997.

ANTWIKI - LUBERTAZZI, D.; ALPERT, G.; SHATTUCK, S. **Antwiki**. 2017. Disponível em: <<http://www.antwiki.org>> Acesso em: 12 de jul.2017.

ARAÚJO, E.L.; FERNANDES, E.C.; SILVA, R.I.R.; FERREIRA, A.D.C. DE L.; COSTA, V.A. DA. Parasitoides (Hymenoptera) de moscas-das-frutas (Diptera: *Tephritidae*) no semiárido do estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.3, p.610-616, 2015.

BACCARO, F.B.; FEITOSA R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, J.L.P. DE; SOLAR, R. **Guia Para os gêneros das Formigas do Brasil**. Editora INPA – Manaus, 2015.

BAMBARADENIYA, C.N.B.; EDIRISINGHE, J.P.; SILVA, D.N.; GUNATILLEKE, C.V.S.; RANAWANA, K.B.; WIJEKOON, S. Biodiversity associated with an irrigated rice agroecosystem in Sri Lanka. **Biodiversity and Conservation**, v.13, n.9, p.1715–1753, 2004.

BARBOSA, L.P.; FERNANDES, W.D. Bait removal by ants (Hymenoptera: Formicidae) in managed and unmanaged *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake Fields. **Brazilian Journal of Ecology**, v.8, p.61-63, 2003.

BASTIDAS, H.; PANTOJA, A.; MURILLO, A.; ZULUAGA, I.; DUQUE, M.C. Reconocimiento, fluctuación y pruebas de consumo de presas por arañas en cultivos de arroz, en el Valle del Cauca. **Revista Colombiana de Entomología** v.20, n.3, p.149-160, 1994.

BASTIDAS, H.; PANTOJA, A.; ZULUAGA, I.; MURILLO, A. Colombian ricefield spiders. **International Rice Research Notes**, v.18, n.2, p.32-33, 1993.

BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v.71, p.1-370, 2003.

BRANCO, R.T.P.C.; PORTELA, G.L.F.; BARBOSA, O.A.A.; SILVA, P.R.R.; PÁDUA, L.E.M. Análise faunística de insetos associados à cultura da cana-de-açúcar, em área de transição floresta amazônica – cerrado (matado cocal), no município de União, Piauí Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1112-1120, 2010.

BRECHELT, A. **O Manejo Ecológico de Pragas e Doenças**. Fundação Agricultura e Meio Ambiente (FAMA). Rede de Ação em Praguicidas e suas Alternativas para a América Latina (RAP-AL), 2004. 33p.

BRÜHL, C.A.; GUNSALAM, G.; LINSÉNMAIR, K.E. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p.285-297, 1998.

BUCKLEY, R. Interactions involving plants, Homoptera, and ants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.18, p.111-138, 1987.

CARBONELL, C.S. *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn, 1906) especie prejudicial para la agricultura en la region centro oeste de Brasil (Orthoptera, *Acrididae*, *Gomphocerinae*). **Boletim do Museu Nacional, Série Zoologia**, v.318, p.1-17, 1988.

CARSON, R. **Silent Spring**. Editora Houghton Mifflin. 1962. 327p.

CARVALHO, N.L.; BARCELLOS, A.L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e Educação Ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.5, n.5, p.749–766, 2012.

CASTILHO, G.A. **Estrutura da fauna de formigas epígeas em fragmentos de Floresta Atlântica Semidecidual com diferentes tamanhos.** 2013. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, 2013. 97p.

CASTRO, A.G.; QUEIROZ, M.Y.B. Estrutura de uma comunidade de formigas em agroecossistema neotropical. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.16, p.363-375, 1987.

CHANDLER, D.; BAILEY, A.S.; TATCHELL, G.M.; DAVIDSON, G.; GREAVES, J.; GRANT, W.P. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. **Royal Society of London**, v.366, p.1987-1998, 2011.

CIGLIANO, M.M.; DE WYSIECKI, M.L.; LANGE, C.E. Grasshopper (Orthoptera, *Acrididae*) species diversity in the pampas, Argentina. **Diversity & Distributions**, v.6, n.2, p.81-91, 2000.

CIGLIANO, M.M.; TORRUSIO, S.; DE WYSIECKI, M.L. Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) community composition and temporal variation in The Pampas, Argentina. **Journal of Orthoptera Research**, v.11, n.2, p.215-221, 2002.

CIVIDANES, F.J.; BARBOSA, J.C.; MARTINS, I.C.F.; PATTARO, F.; NUNES, M.A.; SANTOS, R.S. Diversidade e distribuição espacial de artrópodes associados ao solo em agroecossistemas. **Bragantia**, v.68, n.4, p.991-1002, 2009.

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.

COSTA, E.L.N.; SILVA, R.F.P.; FIUZA, L.M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, v.26, n.2, p.173-85, 2004.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter and communities of the Brazilian Atlantic rain forest region, IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (EDS). Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants. **Washington, Smithsonian Institution**, p.1-15, 2000.

DELABIE, J.H.C.; FOWLER, H.G. Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. **Pedobiologia**, v.39, p.423-33, 1995.

DELABIE, J.H.C.; MANTOVANI, J.E.; MAURICIO, J.C. Observações sobre a Biologia de duas espécies de *Acropyga* (Formicidae: *Plagiolepidini*) Associadas à Rizosfera do Cacaueiro. **Revista Brasileira de Biologia**, v.51, p.185-192, 1990.

DE WYSIECKI, M.L.; SÁNCHEZ, N.; RICCI, S. Grassland and shrubland grasshopper community composition in northern La Pampa province, Argentina. **Journal of Orthoptera Research**, v.9, n.9, p.211-221, 2000.

DIDONET, J.; DIDONET, A.P.P.; ERASMO, E.L.; SANTOS, G.R. Incidência e densidade populacional de pragas e inimigos naturais em arroz de terras altas, em Gurupi-TO. **Bioscience Journal**, v.17, n.1, p.67-76, 2001.

ENDRES, A.A.; HERNÁNDEZ, M.I.M.; CREÃO-DUARTE, A.J. Considerações sobre *Coprophanaeus ensifer* (Germar) (Coleoptera, Scarabaeidae) em um remanescente de Mata Atlântica no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira Entomologia**, v.49, n.3, p.427-429, 2005.

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, n.2, p.162-169, 2014.

ESTRUCH, J.J.; CAROZZI, N.B.; DESAI, N.; DUCK, N.B.; WARREN, G.W.; KOZIEL, M.G. Transgenic plants: an emerging approach to pest control. **Nature Biotechnology**, v.15, p.137-141, 1997.

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.

EVANGELISTA JÚNIOR, W.S.; ZANUNCIO JÚNIOR, J.S.; ZANUNCIO, J.C. Controle biológico de artrópodes pragas do algodoeiro com predadores e parasitóides. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, v.10, n.3, p.1147- 1165, 2006.

FARJI-BRENER, A.G.; GHERMANDI, L. Influence of nests of leaf-cutting ants on plant species diversity in road verges of northern Patagonia. **Journal of Vegetation Science**, v.11, p.453-460, 2000.

FERNANDES, O.D.; PARRA, J.R.P.; NETO, A.F.; PICOLI, R.; BORGATTO, A.F.; DEMETRIO, C.G.B. Efeito do milho geneticamente modificado MON810 sobre a lagartado-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, p.25-35, 2003.

FERNANDES, W.D.; CRUZ, M.C.A.; FACCENDA, O.; VALENTE, T.O. Impacto de herbicidas em uma guilda de formigas predadoras. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, p.225-231, 2000.

FERNANDES, W.D.; OLIVEIRA, P.S.; CARVALHO, S.L.; HABIB, M.E.M. *Pheidole* ants as potential biological control agents of the boll weevil, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), in Southeast Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v.18, n.5, p.437-441, 1994.

FERREIRA, J.T.B., ZARBIN, P.H.G. Amor ao primeiro odor: A comunicação química entre os insetos. **Química Nova na Escola**, v.2, n.7, p.3-6, 1998.

FLECHTMANN, C.A.H.; RODRIGUES, S.R. Insetos fimícolas associados a fezes bovinas em Jaraguá do Sul/SC. Besouros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.39, n.2, p.303-309, 1995.



FLECHTMANN, C.A.H.; RODRIGUES, S.R.; ARAÚJO, S.D.; WENZEL, R.L. Levantamento de insetos fimícolas em Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.39, n.1, p.115-120, 1995.

FOWLER, H.G.; FORTI, T.C., BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. IN: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (EDS). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, p.131-223. 1991. 359p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.P.R.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. **Manual de entomologia agrícola**. 2ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 649p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920p.

GANGWERE, S.K.; MURALIRANGAN, M.C.; MURALIRANGAN, M.. **The Binomics of Grasshoppers, Katydid and Their Kin**. Wallingford, CAB International, 1997. 529p.

GARCIA, F.R.M. **Zoologia Agrícola: manejo ecológico de pragas**. 2ed. Porto Alegre: Rígel, 2002. 248p.

GARCIA, F.R.M.; NARDI, N.; COSTA, M.K.M.; BRESCOVIT, A.D. Ocorrência de artrópodes em lavoura de milho (*Zea mays*) no município de Arvoredo, SC. **Bioikos**, v.18, n.1, p.21-28, 2004.

GARLET, J.; COSTA, E.C.; BOSCARDIN, J.; MACHADO, D.N.; PEDRON, L. Fauna de Coleoptera Edáfica em Eucalipto sob Diferentes Sistemas de Controle Químico da Matocompetição. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.2, p.239-248, 2015.

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.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H.; JOHNSON, M.W.; REIMER, N.J. Impact of *Pheidole megacephala* (F.) (Hymenoptera: Formicidae) on the biological control of *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (Homoptera: Pseudococcidae). **Biological Control**, v.15, p.145-152, 1999.

GRAVENA, S.; CUNHA, H.F. Predator of cotton leaf worm first instar larvae, *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomophaga**, v.36, p.481-491, 1991.

GREENSTONE, M.H.; SUNDERLAND, K.D. Why a symposium on spiders in agroecosystems now? **The Journal of Arachnology**, v.27, p.267-269, 1999.

GROC, S.; DELABIE, J.H.C.; FERNÁNDEZ, F.; LEPONCE, M.; ORIVEL, J.; SILVESTRE, R.; VASCONCELOS, H.L.; DEJEAN, A. Leaf-litter ant communities (Hymenoptera:

Formicidae) in a pristine Guianese rain-forest: stable functional structure versus high species turnover. **Myrmecological News**, v.19, p.43-51, 2014.

GUERRA, W.D.; OLIVEIRA, P.C. DE; PUJOL-LUZ, J.R. Gafanhotos (Orthoptera, *Acridoidea*) em áreas de cerrados e lavouras na Chapada dos Parecis, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.56, n.2, p.228-239, 2012.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 4ed. São Paulo: Rocca. 2012. 480p.

HANDEL, S.N.; BEATTIE, A.J. Seed dispersal by ants. **Scientific American**, v.263, n.2, p.76-83, 1990.

HÄRTER, W.R.; GRUTZMACHER, A.D.; NAVA, E.D.; GONÇALVES, R.S.; BOTTON, M. Isca tóxica e disrupção sexual no controle da mosca-da-fruta sul-americana e da mariposa-oriental em pessegueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.229-235, 2010.

HERRERA-ESTRELLA, L. Transgenic plants for tropical regions: Some consideration about their development and their transfer to the small farmer. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v.96, p.5978-5981, 1999.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. Cambridge, Belknap/Harvard University. 1990. 732p.

HUSCH, P.E.; MILLÉO, J.; SEDORKO, D.; AYUB, R.A.; NUNES, D.S. Caracterização da fauna de moscas-das-frutas (Diptera: *Tephritidae*) na região de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1833-1839, 2012.

JETTER, K.M.; HAMILTON, J.; KLOTZ, J.H. Red imported fire ants threaten agriculture wildlife and homes. **California Agriculture**, v.56, p.26-34, 2002.

KASPARI, M.; O'DONNELL, S. High rates of army ant raids in the Neotropics and implications for ant colony and community structure. **Evolutionary Ecology Research**, v.5, p.933-939, 2003.

KASPARI, M.; POWELL, S.; LATTKE, J.; O'DONNELL, S. Predation and patchiness in the tropical litter: do swarm-raiding army ants skim the cream or drain the bottle? **Journal of Animal Ecology**, v.80, p.818-823, 2011.

KIM, S.I.; ROH, J.Y.; KIM, D.H.; LEE, H.S.; AHN, Y.J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.293-303, 2003.

LANGE, C.E.; CIGLIANO, M.M.; DE WYSIECKI, M.L. Los acridoideos de importancia económica en la Argentina. IN: BARRIENTOS LOZANO, L.; ALMAGUER, P., (EDS). **Manejo integrado de la langosta centroamericana y acridoideos plaga en América Latina**. Tamaulipas: Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, p.93-135, 2005.

LASSAU, S.A.; HOCHULI, D.F. Effects of habitat complexity on ant assemblages. **Ecography**, v.27, n.2, p.157-164, 2004.

LECOQ, M. **Gafanhotos do Brasil. Natureza do Problema e Bibliografia**. Montpellier, France: Embrapa/Nma, Cirad/Prifas, 1991. 157p.

LEITE, L.G.; TAVARES, F.M.; GINARTE, C.M.A.; CARREGARI, L.C.; BATISTA FILHO, A. Nematóides entomopatogênicos no controle de pragas, p.45-53. IN: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. (EDS). **Controle Biológico na Prática**. ESALQ/USP, 2006. 287p.

LEVINGS, S.C. Seasonal, annual, and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest: some causes of patchy species distributions. **Ecological Monographs**, v.53, p.435-455, 1983.

LIMA, A.C.C.; COSTA, E.M.C.; ARAÚJO, E.L. MOLINA-RUGAMA, A.J.; GODOY, M.S. Diagnóstico sobre o uso do MIP nas principais áreas produtoras de melão dos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.6, n.2, p.172-178, 2012.

LIMA, A.F.; RACCA FILHO, F. **Manual de pragas e praguicidas: receituário agrônomo**. Rio de Janeiro: EDUR, 1996. 818p.

LOBRY DE BRUYN, L.A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.425-441, 1999.

LOPES, B.C. Recursos vegetais usados por *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera, Formicidae) em restinga da Praia da Joaquina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, n.2, p.372-382, 2005.

LOPES, C.T.; VASCONCELOS, H.L. Evaluation of Three Methods for Sampling Ground-Dwelling Ants in the Brazilian Cerrado. **Neotropical Entomology**, v.37, n.4, p.399-405, 2008.

LOPES, P.R.; LOPES, K.C.S.A. Sistemas de produção de base ecológica – a busca por um desenvolvimento rural sustentável. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v.4, n.1, 2011.

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.

MAJER, J.D. Ants: bioindicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management**, v.7, p.375-383, 1983.

MALAVASI, A. Áreas livres ou de baixa prevalência. IN: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (EDS). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 175p.

MARIOTTINI, Y.; DE WYSIECKI, M.L.; LANGE, C.E. Variación temporal de la riqueza, composición y densidad de acridios (Orthoptera: *Acridoidea*) en diferentes comunidades

vegetales del Sur de la provincia de Buenos Aires. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v.71, p.3-4, 2012.

MARTINS, J.F.S.; BARRIGOSI, J.A.F.; OLIVEIRA, J.V.; CUNHA, U.S. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 40p.

MEDEIROS, F.N. DA S. **Ecologia comportamental da formiga *Pachycondyla striata* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae) em uma floresta do Sudeste do Brasil**. 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997. 70p.

MEDINA, A.C. Las arañas: controladores naturales de insectos em el cultivo de arroz em Norte de Santander. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.20, n.3, p.179-186, 1994.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p.

MICHEREFF FILHO, M.; GUEDES, R.N.C.; DELLA-LUCIA, T.M.C.; MICHEREFF, M.F.F.; CRUZ, I. Non-target impact of chlorpyrifos on soil arthropods associated with no-tillage cornfields in Brazil. **International Journal of Pest Management**, v.50, p.91- 99, 2004.

MITCHELL, P.L. Heteroptera as vectors of plant pathogens. **Neotropical Entomology**, v.33, n.5, p.519-545, 2004.

MORAIS, R.M.; OTT, R.; OTT, A.P.; REDAELLI, L.R. Aranhas e Ácaros Predadores em Copas de Tangerineiras Montenegrina, Mantidas sob Manejo Orgânico, em Montenegro, RS. **Neotropical Entomology**, v.36, n.6, p.939-948, 2007.

MORGANTE, J.S. **Moscas-das-frutas (Tephritidae); características biológicas, detecção e controle**. Brasília: MAARA/SENIR, 1991. 19p.

NICKELE, M.A.; PIE, M.R.; REIS FILHO, W.; PENTEADO, S.R.C. Formigas cultivadoras de fungos: estado da arte e direcionamento para pesquisas futuras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, n.73, p.53-72, 2013.

NÚÑEZ-CAMPERO, S.R.; ALUJA, M.; RULL, J.; OVRUSKI, S.M. Comparative demography of three neotropical larval-prepupal parasitoid species associated with *Anastrepha fraterculus* (Diptera:Tephritidae). **Biological Control**, v.69, p.8-17, 2014.

O'DONNELL, S., LATTKE, J.; POWELL, S., KASPARI, M. Army ants in four forests: geographic variation in raid rates and species composition. **Journal of Animal Ecology**, v.76, p.580–589, 2007.

OLIVEIRA M.A. DE, GOMES C.F.F., PIRES E.M., MARINHO C.G.S., DELLA LUCIA T.M.C. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, p.800-807, 2014.

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.

ORSOLON-SOUZA, G.A; ESBÉRARD, C.E.L.B.; MAYHÉ-NUNES, A.J.B.; VARGAS, A.B.C.; VEIGA-FERREIRA, S.A.; FOLLY-RAMOS, E. Comparison between Winkler's extractor and pitfall traps to estimate leaf litter ants richness (Formicidae) at a rainforest site in southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.71, n.4, p.873-880, 2011.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. p.125- 142. IN: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M S. (EDS), **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole, São Paulo. 2002. 609p.

PASCHOAL A. **Pragas, Praguicidas e a Crise Ambiental: problemas e soluções**. Rio de Janeiro, Editora FGV. 1979. 102p.

PENTEADO, S.R. **Implantação do cultivo orgânico: planejamento e plantio**. 2ed. Campinas: Via Orgânica, 2012.

PENTEADO, S.R.C.; LAZZARI, S.M.N.; REIS FILHO, W.; NICKELE, M.A. Associação entre *Cinara atlantica*, seus inimigos naturais e formigas. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.32, n.71, p.309-320, 2012.

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.

PEREIRA, P.R.V DA S.; ALMEIDA, L.M.DE. Chaves para a identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados com produtos armazenados. **Revista brasileira Zoologia**, v.18, n.1, p.271-283, 2001.

PETERNELLI, E.F. DE O.; DELLA LUCIA, T.M.C.; MARTINS, S.V. Espécies de formigas que interagem com as sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, p.733-738, 2004.

PETROSKI, R.J; STANLEY, D.W. Natural Compounds for Pest and Weed Control. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.18, p.8171–8179, 2009.

PHILPOTT, S.M.; ARMBRECHT, I. Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. **Ecological Entomology**, v.31, p.369-377, 2006.

PINTO-ZEVALLOS, D.M.; ZARBIN, P.H.G. A Química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. **Química Nova**, São Paulo, v.36, n.10, p.1509-1513, 2013.

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**, v.13, n.2, p.37-45, 2006.

QUEIROZ, J.M.; OLIVEIRA, P.S. Tending ants protect honeydew-producing whiteflies (Homoptera: *Aleyrodidae*). **Environmental Entomology**, v.30, p.295-297, 2001.

RÉ, T.M. **O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. 244p.

RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P.S. **The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions**. University of Chicago Press, 2007. 331p.

RISCH, S.J. Ants as important predators of rootworm eggs in the neotropic. **Journal of Economic Entomology**, v.74, p.88-90, 1981.

RISCH, S.J.; CARROLL, C.R., The ecological role of ants in two mexican agroecosystems. **Oecologia**, v.55, p.114-119, 1982.

ROCHA, R.A.; SOLFERINI, V.N. Número de rainhas e acasalamentos em *Camponotus crassus* (Mayr, 1862). IN: **Anais XVI Congresso Interno de Iniciação Científica**. Campinas. 2008.

RODRIGUES, S.R.; NANTES, L.R.; SOUZA, S.R. DE; ABOT, A.R.; UCHÔA-FERNANDES, M.A. Moscas frugívoras (Diptera, *Tephritoidea*) coletadas em Aquidauana, MS. **Revista Brasileira de entomologia**, v.50, n.1, p.131-134, 2006.

ROOT, R.B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v.43, n.1, p.95-124, 1973.

ROSSI, M.N.; FOWLER, H.G. Predaceous Ant Fauna in New Sugarcane Fields in the State of São Paulo, Brazil. **Brazilian archives of biology and technology**, v.47, n.5, p.805-811, 2004.

SANTOS, G.P.; ZANUCIO, J.C.; ANJOS, N.; SILVA, J.C.; ALVES, J.B. Danos causados por *Sennius cupreatus* e *S. spodiogaster* (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de *Melanoxylon brauna*. **Revista Ceres**, v.38, n.218, p.315-322, 1991.

SANTOS, G.P.; ZANUCIO, T.V.; JÚNIOR, S.L.A.; ZANUCIO, J.C. Daños por *Sennius amazonicus*, *Sennius* sp. y *Amblycerus* sp. (Coleoptera: Bruchidae) en semillas de *Sclerobium* sp. (Leguminosae). **Revista de Biología Tropical**, v.45, n.2, p.883-886, 1997.

SARI, L.T.; RIBEIRO-COSTA, C.S.; ROPER, J.J. Dinâmica populacional de bruquíneos (Coleoptera, Chrysomelidae) em *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinaceae). **Revista Brasileira Zoologia, Curitiba**, v.22, n.1, p.169-174, 2005.

SARMIENTO-M, C.E. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. IN: Fernández. F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt. 2003.

SCHULTZ, T.R.; MCGLYNN, T.P. The interactions of ants with other organisms. IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (EDS). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution. p.35-44. 2000.

SILVA, A.B.; BATISTA, J.L.; BRITO, C.H. Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.1, p.7-11, 2009.

SILVA, R.A.D.; CARVALHO, G.S. Ocorrência de insetos na cultura do milho em sistema de plantio direto, coletados com armadilhas-de-solo. **Ciência Rural**, v.30, n.2, p.199-203, 2000.

SILVA, R.R; BRANDÃO, C.R.F.; SILVESTRE, R. Similarity between Cerrado localities in Central and Southeastern Brazil based on the dry season bait visitors ant fauna. **Studies on Neotropical Fauna and Environment Tübingen**, v.39, p.191-199, 2004.

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. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. 2000. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP. 2000.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los grêmios Del Cerrado. IN: FERNÁNDEZ, F. (EDS) **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt. p.113-149, 2003.

SOSBAI. Sociedade Sul-Brasileira De Arroz Irrigado. **Arroz Irrigado: recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159p.

SOUSA-SILVA, C.R.; SGRILLO, R.B.; OLIVEIRA, A.R.; PACHECO, J.M. Uso do P-32 no estudo de predadores de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.21, p.133-138, 1992.

SOUZA, A.P.O.; ALCÂNTARA, R.L.C. Produtos orgânicos: um estudo exploratório sobre as possibilidades do Brasil no mercado internacional. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Universidade Federal de São Carlos. 2003. 8p.

SOUZA, J.L. Importância, tendência e perspectivas ambientais da Produção orgânica de hortaliças. **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**. 2008.

TORRES, J.B.; BASTOS, C.S.; PRATISSOLI, D. Controle biológico de pragas com uso de insetos predadores. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG, v.30, n.251, p.17-32, 2009.

VAN-MELE, P.; CUC, N.T.T. Farmers perceptions and practices in use of *Dolichoderus thoracicus* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) for biological control of pests of sapodilla. **Biological Control**, v.20, p.23-29. 2001.

VARGAS, A.B.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; QUEIROZ, J.M.; SOUZA, G.O.; RAMOS, E.F. Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidades de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v.6, p.28-37, 2007.

VELOSO, V.R.S.; PEREIRA, A.F.; RABELO, L.R.S.; CAIXETA, C.V.D.; FERREIRA, G.A. Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) no Estado de Goiás: ocorrência e distribuição. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.3, p.357-367, 2012.

WALL, D.H.; MOORE, J.C. Interactions underground. **BioScience**, v.49, p.109-117, 1999.

WAY, M.J.; KHOO, K.C. Role of ants in pest management. **Annual Review of Entomology**, v.37, p.479-503, 1992.

WISE, D.H. **Spiders in ecological webs**. Cambridge, Cambridge University Press. 1993. 328p.

ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.D.; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**, 3ed. ANDEF: Viçosa, 2008.

ZANETTI, R.; JAFFÉ, K.; VILELA, E.F.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, H.G. Efeito da densidade e do tamanho de saúveiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.1, p.105-112, 2000.

ZANUNCIO, J.C.; BRAGANÇA, M.A.L.; LARANJEIRO, A.J.; FAGUNDES, M. coleópteros associados à eucaliptocultura nas regiões de São Mateus e Aracruz, Espírito Santo. **Revista Ceres**, v.14, n.232, p.584-590, 1993.

ZARBIN, P.H.G.; RODRIGUES, M.A.C.M.; LIMA, E.R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**. v.32, n.3, p.722-731, 2009.

ZUCCHI, R.A. Espécies de *Anastrepha*, sinonímias, plantas hospedeiras e parasitoides. p.41-48. IN: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (EDS). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000.



## CONCLUSÕES GERAIS

As áreas com cultivo orgânico são mais propícias para a manutenção de uma fauna de formigas mais diversificada do que áreas sob o sistema de cultivo convencional, a agricultura orgânica é um sistema de produção que visa a qualidade de vida do produtor e consumidor. A compreensão dos processos ecológicos ocorrentes no solo é necessária para a adoção de práticas mais sustentáveis que aumentem a qualidade do solo, repercutindo positivamente na sustentabilidade do agroecossistema. A preocupação com resíduos de agrotóxicos contaminando alimentos e o meio ambiente têm levado ao aumento da demanda e da produção de alimentos orgânicos. O uso dos pesticidas deve ser visto como uma questão de segurança ambiental no qual devem ser realizados estudos sobre os impactos sobre organismos não alvo.

Formigas predadoras são relevantes para o controle biológico de insetos-praga, o que mostra a importância da não eliminação de insetos predadores por inseticidas

As áreas com cultivo orgânico são mais propícias para a manutenção de uma fauna de formigas mais diversificada do que áreas sob o sistema de cultivo convencional. Além disso, a abundância de formigas benéficas é maior em cultivos orgânicos que convencionais.

Os resultados deste trabalho demonstram que apesar da grande importância da fauna de formigas para a conservação e manutenção da biodiversidade, ainda há pouco estudo sobre as interações benéficas que podem se desenvolver entre formigas, outros insetos e plantas. Uma agricultura sustentável deve valorizar o ser humano e meio ambiente reconhecendo suas relações e interdependências.

## ANEXOS

### Anexo 1

---

#### Questionário

---

Sistema de cultivo:

Endereço da propriedade:

Nome do dono:

Área da propriedade:

Tempo de cultivo:

Espécies cultivadas:

Insetos-praga:

Insetos benéficos:

Utiliza inseticida/herbicida/pesticida:

Sistema de irrigação:

Realiza a aração do solo:

Realiza queimada:

Possui área de pousio:

---