

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Entomologia



Dissertação

**ASSEMBLEIA DE FORMIGAS EM POMARES DE PESSEGUEIRO SOB MANEJO
CONVENCIONAL E ORGÂNICO E SEU POTENCIAL COMO PREDADORAS DE**
Anastrepha fraterculus (DIPTERA, TEPHRITIDAE)

Lenon Morales Abeijon

Pelotas, 2015

Lenon Morales Abeijon

**ASSEMBLEIA DE FORMIGAS EM POMARES DE PESSEGUEIRO SOB MANEJO
CONVENCIONAL E ORGÂNICO E SEU POTENCIAL COMO PREDADORAS DE
Anastrepha fraterculus (DIPTERA, TEPHRITIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Entomologia do Instituto de Biologia da Universidade
Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do
título de Mestre em Entomologia.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Silveira Garcia
Coorientador: Prof. Dr. Flávio Roberto Mello Garcia
Coorientadora: Dra. Patrícia Braga Lovatto

Pelotas, 2015

Banca examinadora

Prof. Dr. Mauro Silveira Garcia - Orientador
(Universidade Federal de Pelotas)

Prof. Dr. Moisés João Zotti
(Universidade Federal de Pelotas)

Dra. Adrise Medeiros Nunes
(Universidade Federal de Pelotas)

Dr. Michel Gonçalves de Gonçalves
(Green Advice Soluções Ambientais)

DEDICATÓRIA

*Dedico esta dissertação à memória
de meus pais, Jorge Rodrigues
Abeijon e Arita Morales Abeijon,
meus exemplos.*

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, às duas pessoas mais importantes da minha vida que, durante todo o tempo que estiveram ao meu lado, me forneceram todas as condições para que pudesse atingir os meus objetivos (que não são poucos). Aos meus pais, Jorge Rodrigues Abeijon e Arita Morales Abeijon, vocês foram meus maiores exemplos de determinação, esforço e fé. Em memória à vocês, agradeço por tudo.

Agradeço à Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia pela oportunidade da realização da pesquisa, bem como aos inúmeros docentes que contribuíram de forma significativa para esta dissertação.

Além disso, a força para enfrentar a aventura desta dissertação, e todas as outras aventuras vindas dessa, busquei em meus familiares, meu irmão e cunhada, André e Juliana, minha madrinha Luciana Morales (segunda mãe), à Marli, Edson e Mariana pelo incentivo, compreensão e confiança, e todos os demais familiares que caminharam junto à mim quando “o caminho” parecia ser impossível.

Aos produtores rurais, Enio Nilo Schiavon e sua família, por conhecer seu maravilhoso trabalho desenvolvido com muita responsabilidade, oportunizar o espaço de sua propriedade para a pesquisa, dialogar abertamente (com profunda experiência) sobre métodos de produção orgânica e compartilhar seus ensinamentos de Agroecologia e à família Neumann, em especial ao Alexandre Milech Neumann, por além de oportunizar o pomar para estudo, auxiliou em quase todas as coletas, aprendendo e ensinando, assumindo o papel de aluno-colaborador e produtor, com a pesquisa.

Agradeço ao meu orientador Mauro Silveira Garcia pela oportunidade da orientação e das experiências ensinadas. À coorientadora Patrícia Braga Lovatto, pelas lições ensinadas e por coorientar sob uma temática tão importante que se traduz a Produção Orgânica, hoje em dia e no futuro.

Ao meu coorientador Flávio Roberto Mello Garcia, principalmente, o qual além de dispor sua orientação e espaço físico para a pesquisa compartilhou seus conhecimentos ao longo desses quatro anos de convivência e orientou-me humanamente, compreendendo todos os aspectos atrelados ao desenvolvimento desse estudo, bem como pela amizade certamente advinda da convivência.

Ao Prof. Dr. Junir Antonio Lutinski da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ) por auxiliar na identificação das espécies, contribuir na análise dos dados e por compartilhar ciência abertamente. Mais uma vez te agradeço Junir!

Aos vários membros do alegre, eficiente e inesquecível Laboratório de Ecologia de Insetos, Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética, do IB/UFPel, Maria Victoria, Emily, Adriano, Flávia, “Fran”, Daiana, Alexandra, Mikael, Jutiane, Liliane Daniele e Matheus, onde ao longo desses quatro anos passei vários momentos que recordarei como os melhores de toda a graduação e pós-graduação.

Desses, agradeço principalmente à Adrise Medeiros Nunes, pela infinita paciência e ajuda inestimável, que perdura desde sua participação como banca de defesa de trabalho de conclusão de curso. Muito obrigado!

Registro o meu agradecimento aos novos e competentes mestres em Entomologia, Cristiano Machado Teixeira (para sempre nosso ‘mestre Tianinho’) e Priscilla Costa Gobbi (amiga incansável de todos os momentos) que me auxiliaram durante muitos momentos. Ao novo mestre em Fitossanidade, Carlos Fernando Jairoce, pela oportunidade de conhecê-lo, compartilhamento de culturas (Brasil e Moçambique) e pela amizade que atravessa o Oceano Atlântico.

Também, agradeço à grande amiga, Elisa Machado Milach, recentemente mestre em Entomologia, pela imensa amizade, pelas conversas e convívios. Obrigado Elisaceae!

Aos meus alunos do Instituto Estadual de Educação Assis Brasil, pela compreensão em ter um professor recém formado e pós-graduando, bem como a equipe diretiva e demais colegas de trabalho pelo apoio e sorrisos nos momentos de dificuldades. Obrigado pessoal!

Meus amigos de infância, Felipe Bilharva da Silva (recentemente mestre em Linguística), Márcio Fonseca da Silva, Matheus Bilharva da Silva, Jean Murilo Farias de Oliveira e Pedro Augusto Silveira Caldas, pelas importantes horas de descontração e divertimento que só, enquanto grupo de amigos, sabemos fazer.

Enfim, agradeço às múltiplas mãos que proporcionaram minha formação acadêmica, desde os mestres da Universidade Católica de Pelotas (professores do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) aos da Universidade Federal de Pelotas.

Resumo

ABEIJON, Lenon Morales. **Assembleia de formigas em pomares de pessegueiro sob manejo convencional e orgânico e seu potencial como predadoras de *Anastrepha fraterculus* (Diptera, Tephritidae)**. 2015. 84f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, 2015.

A agricultura de base ecológica vem se estabelecendo como opção produtiva à agricultura convencional e surgiu através da demanda da sociedade na busca por alimentos saudáveis, livres de resíduos químicos sintéticos respeitando o meio ambiente. O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor de pessegueiro do país, o qual se destaca por sua importância econômica e social. A biodiversidade no planeta encontra-se amplamente modificada devido à antropização pela ocupação de paisagens naturais para conversão em agroecossistemas, resultando em perda de biodiversidade. Os estudos de organismos bioindicadores são importantes para o delineamento de políticas de uso da terra permitindo ampliar as estratégias de sustentabilidade nos agroecossistemas. Formigas destacam-se como um dos grupos mais estudados no Brasil como bioindicadores de qualidade ambiental. Desta forma objetivou-se caracterizar a assembleia de formigas em pomares de pessegueiro em sistema de manejo convencional e orgânico e fragmento florestal adjacente através análise faunística no sul do Rio Grande do Sul e verificar o potencial como predadoras de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae). As formigas foram amostradas semanalmente com o auxílio de armadilhas *pitfall* em pomares de pessegueiro e fragmentos de floresta adjacentes em duas propriedades sendo uma sob sistema de manejo convencional e a outra sob sistema orgânico. Além disso, registrou-se, em ensaio a campo na propriedade com sistema de manejo convencional, o potencial das formigas como predadoras de *A. fraterculus* bem como a influência dos parâmetros de densidade e umidade do solo no enterramento/remoção das larvas. Foram amostrados 5.775 espécimes de formigas de 93 espécies, em oito subfamílias, pertencentes a 30 gêneros, correspondendo à 1.717 registros de ocorrência. Destacaram-se em riqueza as subfamílias Myrmicinae (S=45), com os gêneros *Camponotus* (S=11), *Acromyrmex* (S=8), *Pheidole* (S=8) e *Crematogaster* (S=6), Formicinae (S=19) e Ponerinae (S=13). Essa última com o gênero *Pachycondyla* com seis espécies registradas. Observou-se maior riqueza no pomar com manejo convencional (PC), sendo, de acordo com o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') também o mais diverso (H' = 3,36). Associaram-se ao PC

Pheidole sp.2, o qual constitui o gênero de formigas generalistas, exploradoras e hiperdiversas em ambientes antropizados e *Wasmannia* sp. e no PO as espécies *Cyphomyrmex rimosus* e *Wasmannia auropunctata*. A influência dos tipos de manejo foi verificada através dos registros de abundância sendo similar em PC ao PO. Quanto ao potencial de predação de *A. fraterculus*, a espécie *Solenopsis saevissima* removeu 42,86% das larvas oferecidas no ensaio. A riqueza de espécies entre os pomares convencional e orgânico e suas respectivas áreas adjacentes foram semelhantes. A densidade e a umidade do solo não influenciaram na remoção e no enterramento das larvas. *S. saevissima* mostra-se promissora como agente no controle biológico conservativo *A. fraterculus*.

Palavras-chave: inventariamento; Agroecologia; mirmecofauna.

Abstract

ABEIJON, Lenon Morales. **Ants' Assembly on Peach Orchards under Conventional and Organic Management and its Potential as predators of *Anastrepha fraterculus* (Diptera, Tephritidae)**. 2015. 84p. Dissertation (Masters in Entomology) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, 2015.

The ecology based agriculture has been establishing itself as a productive option to conventional agriculture and it emerged due to society's demand in the pursuit of healthy food, free from synthetic chemicals residues, with respect to the environment. Rio Grande do Sul is the largest peach producer in Brazil, wherein it stands out for its economical and social importance. The planet's biodiversity is currently widely modified, due to anthropization by means of occupation of natural landscapes converted to agroecosystems. Ants stand out as one of the most studied groups in Brazil as environmental quality bio-markers. Therefore, it was objectified to characterized the ants' assembly on peach orchards under conventional and organic management and adjacent forest fragment through faunistic analysis in South of Rio Grande do Sul State and to verify the potential as predator of *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae). The ants were sampled weekly with the aid of pitfall traps in peach orchards and adjacent forest fragments in two properties, one of them under conventional management and the other under the organic system. Furthermore, it was registered in field essay in the property under conventional management the potential of ants as predators of *A. fraterculus* as well as the influence of parameters of density and soil humidity on the burial/removal of larvae. The sample consisted in 5.775 specimens of ants in 93 species, of eight subfamilies and belonging to 30 genera, corresponding to 1.717 occurrence registries. Particularly rich were subfamilies Myrmicinae (S=45), with the genera *Camponotus* (S=11), *Acromyrmex* (S=8), *Pheidole* (S=8) e *Crematogaster* (S=6), *Formicinae* (S=19) and *Ponerinae* (S=13). The latest with the *Pachycondyla* genus registering six species. It was observed a greater abundance in the orchard under conventional management (CM), as well as greater diversity ($H'=3.36$). Associated to CM *Pheidole* sp.2, which constitutes a genus of generalist ants, explored and hyperdiverse in anthropized environments and *Wasmannia* sp. and under management (OM), the species *Cyphomyrmex rimosus* and *Wasmannia auropunctata*. The influence of the kind of management was verified through the abundance registries, presenting similar numbers in CM and OM. As to the potential for predation of *A. fraterculus*, the species

Solenopsis saevissima removed 42.86% of the larvae offered in the essay. The richness of species between conventional and organic peach and their adjacent areas was similar. Density and humidity of the soil did not influence the removal nor burial of larvae. *S. saevissima* presents itself as a promising agent in the conservative biological control of *A. fraterculus*.

Keywords: inventory; Agroecology; ant fauna.

Lista de Figuras

Figura 1	Imagem da área de estudo com sistema de manejo convencional, Morro Redondo, Rio Grande do Sul.....	35
Figura 2	Imagem da área de estudo com sistema de manejo orgânico, Pelotas, Rio Grande do Sul.....	36
Figura 3	Croqui das armadilhas <i>pitfall</i> nas áreas com sistema de manejo convencional e orgânico.....	37
Figura 4	Riqueza observada e estimada (Chao 2) de formicídeos coletados em dois agroecossistemas com diferentes sistemas de manejo, situados nos municípios de Pelotas e Morro Redondo, no ano de 2013, em quatro assembleias: FC = Fragmento Florestal Convencional; FO = Fragmento Florestal Orgânico; PC = Pomar Convencional e PO = Pomar Orgânico.....	43
Figura 5	Análise de componentes principais das espécies de formigas com ocorrência registrada em fragmento de floresta e pomar de pessegueiro, no período de 14 de setembro de 2013 a 8 de dezembro de 2013, sob manejo convencional, Morro Redondo, Rio Grande do Sul.....	44
Figura 6	Análise de componentes principais das espécies de formigas com ocorrência registrada em fragmento de floresta e pomar de pessegueiro, no período de 14 de setembro de 2013 a 8 de dezembro de 2013, sob manejo orgânico, Pelotas, Rio Grande do Sul.....	45
Figura 7	Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) das assembleias de formigas coletadas em quatro ambientes pertencentes à pomares de pessegueiros em agroecossistemas sob manejo convencional e orgânico. Os círculos representam 65% de similaridade.....	46

Figura 8	Delimitação do quadrante sob a copa de pessegueiro para ensaio experimental da predação de formigas sobre larvas de <i>Anastrepha fraterculus</i> , em Morro Redondo, RS.....	57
Figura 9	Remoção de larvas de <i>A. fraterculus</i> por <i>S. saevissima</i> (A) e comportamento de recrutamento durante a remoção (B) registradas entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015 em pomar de pessegueiro no município de Morro Redondo, RS.....	61
Figura 10	Regressão linear do Tempo de Enterramento (TE), em segundos, sob ensaio de simulação de saída de larvas de <i>A. fraterculus</i> do fruto a uma altura de 30 cm do solo e densidade do solo (Ds) (g.cm^{-3}), em pomar pessegueiro no município de Morro Redondo, RS, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.....	62
Figura 11	Regressão linear do Tempo de Enterramento (TE), em segundos, sob ensaio de simulação de saída de larvas de <i>A. fraterculus</i> do fruto a uma altura de 30 cm do solo e teor de umidade atual do solo (Ug) (%), em pomar pessegueiro no município de Morro Redondo, RS, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.....	63
Figura 12	Análise de componentes principais entre tempo de remoção (TR) de larvas de <i>A. fraterculus</i> (Diptera, Tephritidae), densidade (Ds) e umidade (Ug) do solo, em pomar de pessegueiro no município de Morro Redondo, RS, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.....	64

Lista de Tabelas

Tabela 1	Espécies de moscas-das-frutas e respectivas formigas predadoras a partir de revisão da literatura com relação à utilização destas no controle biológico e país de estudo.....	29
Tabela 2	Ocorrência de espécies de formigas coletadas semanalmente com armadilhas <i>pitfall</i> , em duas propriedades com sistema de manejo convencional e orgânico, nos municípios de Pelotas e Morro Redondo, Rio Grande do Sul.....	41
Tabela 3	Análise faunística de formigas coletadas com auxílio de armadilhas <i>pitfall</i> por ambiente em duas propriedades com diferentes sistemas de produção convencional e orgânico em pomar de pessegueiro e fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual adjacente.....	49
Tabela 4	Porcentagem de remoção de 49 larvas de <i>A. fraterculus</i> por espécies de formigas em pomar de pessegueiro entre 7h e 11h, no município de Morro Redondo, RS, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.....	61
Tabela 5	Média da remoção (em segundos) de larvas de <i>A. fraterculus</i> por espécies de formigas em área de pomar de pessegueiro, município de Morro Redondo, RS, no período de out.2014 a fev./2015.....	62

Sumário

INTRODUÇÃO	16
REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Aspectos gerais dos sistemas de manejo convencional e orgânico	20
2.2 Formicidae.....	23
2.2.1 Formigas como bioindicadores.....	25
2.3.2 Formigas predadoras	27
2.3.2.1 Formigas predadoras de moscas-das-frutas	28
2.4 Produção frutífera: danos e perdas por <i>Anastrepha fraterculus</i> (Diptera: Tephritidae)	30
Capítulo 1 - Análise faunística de formigas em cultivo de pessegueiro em sistemas de manejo convencional e orgânico	33
3.1 Introdução	33
3.2 Materiais e Métodos	35
3.2.1 Áreas de estudo e desenho amostral	35
3.2.2 Análise dos dados	38
3.3 Resultados	40
3.4 Discussão	51
3.5 Conclusões.....	55
Capítulo 2 - Formigas podem contribuir no controle biológico conservativo da mosca-da-fruta sul-americana?	56
4.1 Introdução	56
4.2 Materiais e Métodos	57
4.2.1 Análise dos dados	60
4.3 Resultados	60
4.4 Discussão.....	65
4.5 Conclusões.....	67
CONCLUSÕES GERAIS	68
REFERÊNCIAS.....	69

INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade em pleno crescimento no Brasil, é um dos países com maior potencialidade para o seu desenvolvimento, devido a uma série de fatores relacionados, principalmente, à área disponível para o cultivo e às condições climáticas favoráveis (AGRIANUAL, 2010).

O país consolida a posição de terceiro maior produtor mundial de frutas, depois da China e da Índia, com uma área de 2.260 milhões de hectares e colheita de 43.112 milhões de toneladas (IBRAF, 2015). A Região Sul do Brasil é a principal produtora de frutas de clima temperado do país, com destaque para a macieira, o pessegueiro e a videira, assumindo importância econômica e social significativa. Estas culturas em conjunto, ocupam uma área de aproximadamente 164.000 hectares no país. O Rio Grande do Sul possui uma área cultivada com frutíferas de 80.000 hectares e produz 1.422.951 toneladas de frutas (IBGE, 2009).

A cultura do pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] está presente no Brasil há mais de 470 anos, quando foi introduzida no Estado de São Paulo na época das Capitanias Hereditárias, trazida pelo português Martin Afonso de Souza. Sua produção advém de pomares de base familiar e empresariais, porém em número de produtores, os familiares representam mais de 90% (MADAIL; RASEIRA, 2008). O pessegueiro é uma das espécies frutíferas de clima temperado que mais tem sido pesquisada e adaptada às condições de clima tropical e subtropical (KESKE; GONÇALVES; KESKE, 2010).

A produção mundial de pêssego atingiu a marca de 21 milhões de toneladas, e ocupa o oitavo lugar no ranking de produção mundial de acordo com a FAO (2015). O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor pessegueiro no Brasil, com mais de 13.164 hectares cultivados. Embora seja o maior produtor, sua produtividade diminuiu nos últimos anos quando comparada aos outros estados brasileiros (IBGE, 2013).

Boa parte das terras do planeta, especialmente nos trópicos onde se concentra a maior biodiversidade, encontra-se amplamente modificada pela ação do homem, com fragmentos de habitats nativos em meio a uma matriz agrícola. Esta matriz é o resultado da manipulação e a alteração dos ecossistemas, com o propósito de estabelecer uma produção agrícola, tornando os agroecossistemas muito diferentes dos ecossistemas naturais (GLIESMANN, 2005). A conservação da biodiversidade em uma vasta área do Brasil atualmente é dependente de como essa matriz de ecossistemas interage com a ecologia das espécies, permitindo ou não sua persistência em longo prazo. As paisagens das regiões sudeste e sul do país apresentam-se atualmente, em sua maioria, como mosaicos de agroecossistemas e áreas de vegetação em diferentes estágios de conservação, formas e tamanhos (DIAS et al., 2008).

Segundo os mesmos autores, a fragmentação de habitats nativos, resulta na perda da biodiversidade, embora as ocupações da paisagem desses não os convertam em ambientes completamente inóspitos a todas as espécies nativas. Além disso, a interação entre esses agroecossistemas e os fragmentos de vegetação nativa ainda é pouco conhecida.

Somado a isso, a agricultura convencional passou por uma intensa transformação mundial ao longo dos últimos anos, caracterizando-se por um notável incremento da produção. Porém, como contraponto também houve um significativo aumento nos custos de produção aliados à graves prejuízos ambientais. As práticas convencionais de cultivo, baseadas na redução da biodiversidade local e uso intensivo de agrotóxicos, entre outras, conduziram instabilidade aos agroecossistemas (GLIESMANN, 2005).

Em contrapartida ao sistema de produção convencional, e como medida que busca resgatar o equilíbrio dinâmico da natureza, a produção agroecológica demonstra-se potencialmente capaz de atender a necessidade mundial por inovações em produção sustentável pelo mundo (SILVA et al., 2013). Nesse contexto, a agricultura de base ecológica vem se estabelecendo como opção produtiva, sendo baseada nos preceitos da Agroecologia, motivada pela demanda da sociedade em busca de alimentos saudáveis, livres de resíduos químicos sintéticos e respeitando o ambiente durante todo o processo de produção (CAPORAL; COSTABEBER, 2009).

O crescente aumento da preocupação com as questões ambientais, sobretudo dos impactos causados pelas atividades antrópicas, com a alteração dos habitats e a

consequente redução da biodiversidade, tem mobilizado a comunidade científica para a realização de estudos que ampliem o conhecimento sobre a diversidade biológica presente nos diversos ecossistemas (QUEIROZ et al., 2006) e levado os pesquisadores a procura de bioindicadores capazes de fornecer informações sobre o grau de integridade dos ambientes em que esses organismos se encontram (SILVA; SILVESTRE, 2000).

O estudo de organismos bioindicadores se tornou importante para o delineamento de políticas adequadas de utilização da terra, que permitam atingir a sustentabilidade dos agroecossistemas com estratégias desenvolvidas localmente (SILVA; SILVESTRE, 2000). De acordo com Silveira Neto et al. (1995), os insetos mostram-se como indicadores apropriados para essa finalidade, tendo em vista sua capacidade de produzir várias gerações em curto espaço de tempo e devido sua diversidade.

Dentre os insetos bioindicadores conhecidos atualmente, destacam-se as formigas como um dos grupos mais estudados no Brasil. Queiroz et al. (2006) afirmam que quando compreendidas e estudadas, as formigas podem ser um exemplo para a utilização sustentável da biodiversidade em paisagens rurais.

Na atualidade, existem 12.643 espécies de formigas descritas (AGOSTI; JOHNSON, 2015), entretanto, estima-se que possa haver mais de 22.000 espécies (AGOSTI; JOHNSON, 2003). As características biológicas e ecológicas dos formicídeos têm possibilitado uma classificação em grupos funcionais e uma correlação destes com os fatores bióticos (LUTINSKI; GARCIA, 2005). O enquadramento dos invertebrados em grupos funcionais atribui a estes organismos singular importância para a avaliação do estado e das condições do ambiente principalmente devido a sua relativa abundância e sua capacidade de resposta a modificações estruturais (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003).

As práticas agrícolas normalmente produzem um declínio na diversidade de formigas. Lobry-de-Bruyn (1993) associa à agricultura um decréscimo de 50% na riqueza de espécies de formigas. Radford et al. (1995) encontraram densidade de formigas quatro vezes maior em sistemas de cultivo mínimo (plantio direto) comparado com o plantio convencional. Perfecto e Vandermeer (2002) encontraram riqueza maior de formigas em cultivo orgânico de café do que em cultivo tradicional.

Além disso, as formigas são um grupo de insetos predadores eficientes que podem regular várias populações de insetos e podem ser consideradas como agentes

de controle biológico conservativo de pragas em agroecossistemas (FERNANDES et al., 2012). Apesar da sua grande importância ecológica e da potencialidade como bioindicadores da qualidade ambiental, ainda são escassos os estudos que avaliam o impacto de diferentes sistemas de manejo sobre a mirmecofauna. Nesse sentido, teve como objetivo caracterizar a assembleia de formigas em pomares de pessegueiro em sistema de manejo convencional e orgânico e fragmento florestal adjacente através análise faunística no sul do Rio Grande do Sul e verificar o potencial como predadoras de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae).

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais dos sistemas de manejo convencional e orgânico

A evolução da agricultura deu-se, principalmente, através de três estágios: o primeiro, ocorrido a cerca de 10 mil anos atrás, quando se começou a utilizar práticas agrícolas de cultivo e variedades melhoradas de plantas; o segundo, na década de 60, com a Revolução Verde, implementando-se novas técnicas, p. ex. uso de herbicidas, fertilizantes e variedades de plantas mais produtivas; e o terceiro, denominado de biorrevolução, sendo este o estágio em andamento (BIOTECNOLOGIA, 2003).

Historicamente, a agricultura obteve grandes safras através da Revolução Verde, mas que, por outro lado, trouxe uma série de problemas ambientais e sociais como a destruição das florestas e da biodiversidade, a erosão dos solos, a contaminação dos recursos naturais e dos alimentos, a concentração de terras e êxodo rural (EHLERS, 1996).

A agricultura convencional passou por uma intensa transformação mundial ao longo dos últimos anos, caracterizando-se por um notável incremento da produtividade. Entretanto, de acordo com Darolt (2003) esse modelo de produção intensivo baseado na mecanização agrícola e alta dependência de tecnologias e energia vem ocasionando grandes impactos na produção de alimentos e na vida sócioeconômica e cultural, além de problemas na comunidade urbana, rural e ambiental. O sistema de produção convencional, modelo de agricultura baseado na aplicação de tecnologias de alto custo energético e no monocultivo, tem gerado uma crise social e ambiental, causando problemas que estão longe de serem resolvidos, ampliando ainda mais as desigualdades no campo, comprometendo a segurança alimentar e a biodiversidade, criando a dependência dos agricultores pelos insumos

agrícolas e gerando a contaminação agroquímica, a qual provoca mortes e intoxicações em todo o mundo (GOMERO, 2001).

A questão da sustentabilidade nos sistemas convencionais de produção é uma preocupação a nível internacional, e em contrapartida as características da produção agroecológica apontam que este sistema tem potencial para atender a necessidade mundial por inovações em produção sustentável pelo mundo (SILVA et al., 2013) Além disso, deve ter como objetivo principal, a segurança alimentar e o bem-estar social e econômico dos produtores rurais, e a conservação dos recursos naturais.

A Agroecologia e as “Agriculturas Alternativas” surgiram da necessidade de aplicar princípios ecológicos aos sistemas de produção agrícola (EMBRAPA, 2006). De acordo com Caporal e Costabeber (2004), existem diferentes denominações para as agriculturas alternativas, como Agricultura Orgânica, Agricultura Biológica, Agricultura Natural, Agricultura Ecológica, Agricultura Biodinâmica, Agricultura Sustentável, Permacultura, entre outras, mas tais alternativas não conseguiram dar as respostas para os problemas socioambientais que foram se acumulando como resultado do modelo convencional de desenvolvimento e de agricultura que passaram a predominar depois da Segunda Guerra Mundial. No entanto, segundo os mesmos autores, a Agroecologia, com enfoque científico, visa a busca e construção de novos conhecimentos para compor estilos de agriculturas sustentáveis e, portanto, contribuir para o estabelecimento de processos de desenvolvimento rural sustentável, assim estabelecendo a denominação de agriculturas de base ecológica ou sustentáveis.

No Brasil, apesar das especificidades de cada estilo de agricultura, essas práticas sustentáveis ficaram conhecidas no mercado como sinônimos de Agricultura Orgânica, na medida em que esta agricultura se tornou a corrente mais difundida (FEIDEN et al., 2002). O termo orgânico é originário de “organismo”, e define que neste sistema todas as atividades agrícolas da propriedade (fruticultura, lavoura ou a criação) devem atuar como o metabolismo de um corpo interagindo entre si (ASSIS et al., 1998).

Padovan (2006), acerca da importância da produção de base ecológica, explica que “a Agroecologia diferencia-se dos sistemas convencionais, pelo seu apelo social e ambiental, uma vez que estreita as relações tanto dos homens entre si, quanto a relação do homem com a natureza.” De acordo com Silva et al. (2013), sobre o sistema de produção agroecológico, “produzir sob bases agroecológicas nada mais é do que retornar aos modelos primários de produção”.

Caporal e Costabeber (2004) descrevem a Agroecologia como uma técnica fundamental para apoiar a transição dos modelos atuais de agricultura convencionais em direção a uma agricultura sustentável.

Segundo Altieri (1989), a produção agroecológica corresponde a uma prática obtida com o uso predominante de recursos endógenos, que proporcionam baixo impacto ambiental e reduzido custo energético. Assim, para Santos e Chalub-Martins (2012), a agricultura orgânica é considerada como uma alternativa alinhada aos princípios sustentáveis de produção por promover a integração entre economia, sociedade e meio ambiente, ou seja, a geração de renda dos produtores permite a inclusão social dos mesmos, de forma que tenham acesso a recursos e oportunidades, ao mesmo tempo em que a proteção ambiental seja assegurada.

No Brasil, foi somente em 23 de dezembro de 2003 que a Lei nº 10.831, a qual trata sobre a produção orgânica, foi assinada (BRASIL, 2003), bem como suas medidas reguladoras. O arcabouço legal brasileiro, acerca da produção orgânica, no artigo primeiro, Lei nº 10.831, considera como sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais. O objetivo da sustentabilidade econômica e ecológica é a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, [...], em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

Comparando-se os custos de produção e indicadores físicos e financeiros nos sistemas convencionais e orgânicos, Souza e Garcia (2013) analisando 10 culturas, como abóbora, alho, batata, cenoura, morango, pimentão, quiabo, repolho, taro e tomate, no município de Domingos Martins-ES, visando a totalização de custos, concluíram que o sistema orgânico de produção resultou em grande viabilidade econômica, sendo o custo de produção por hectare de hortaliças orgânicas 8% menor ao destas no sistema convencional.

Com base nos diversos indicadores gerados por pesquisas relacionadas à Agroecologia, e nas crescentes demandas por sistemas agrícolas de menor impacto ambiental, os quais atuam no resgate do equilíbrio dinâmico dos agroecossistemas, trabalhos no sentido de fomentar a Agroecologia e suas diferentes vertentes tornam-

se importantes vindo a contribuir, de forma significativa, com setores importantes da sociedade como saúde, meio ambiente e economia.

2.2 Formicidae

Os insetos constituem o grupo de animais com maior diversidade de espécies conhecido. Estão dentre os primeiros animais que conquistaram a terra e diversificaram-se aproveitando de diversas maneiras a energia acumulada nas plantas, embora nem todos sejam fitófagos. Muitos são carnívoros ou predadores, alimentando-se de alimentos mais facilmente digeríveis e de alto conteúdo energético e proteico (CAETANO; JAFFÉ; ZARA, 2002).

A classe Insecta é o maior grupo do Reino Animalia, sendo maior que a soma de todos os outros grupos animais (GARCIA, 2014). Dentre os insetos, as formigas constituem um dos grupos mais conhecidos e melhor estudados em termos de biologia e sistemática. Pertencem à ordem Hymenoptera, sendo uma das quatro grandes ordens de insetos, juntamente com Coleoptera, Diptera e Lepidoptera, com números estimados entre 110 mil a 130 mil espécies descritas (GASTON; GAULD; HANSON, 1996). Há poucos lugares no mundo onde não há evidências para o número comparativo de espécies entre ordens de insetos, entretanto, dois estudos, um para uma região de clima temperado (GASTON, 1991) e outro para regiões tropicais (STORK, 1991), indicam que Hymenoptera possui a maior riqueza de espécies de todas as ordens de insetos (SHARKEY, 2007).

De acordo com classificação proposta por Brothers e Carpenter (1993) e Brothers (1999), as formigas fazem parte da superfamília Vespoidea, sendo uma entre oito famílias representadas no Brasil, com destaque por conterem um grande número de espécies com organização social complexa em que as colônias são compostas por uma ou mais rainhas e numerosas operárias. É a única família de Hymenoptera em que todas as espécies são eusociais, existindo uma separação de castas entre as fêmeas, com uma única fêmea (ou poucas fêmeas) com capacidade de reproduzir-se dentro da colônia (rainhas) e uma maioria de fêmeas estéreis (operárias) que se ocupam com a manutenção da colônia (MELO; AGUIAR; GARCETE-BARRETT, 2012).

Dentre os insetos eusociais relacionam-se os cupins e algumas espécies de abelhas, vespas e todas as formigas. Estes preenchem os critérios para a eusociedade, que são: a existência de várias gerações que se sobrepõem, cooperação no cuidado com a prole e a divisão das tarefas. Poucos organismos, entretanto, desenvolveram a vida social, que está distribuída em toda a escala filogenética. As sociedades das formigas são consideradas as mais complexas dentre aquelas conhecidas no Reino Animalia (CAETANO et al., 2002).

As formigas apresentam um extenso registro fóssil, sendo o mais antigo o de *Cariridris bipetiolata* Brandão e Martins-Neto, 1990, encontrado em Cariri no Ceará com idade estimada em 100 milhões de anos (CAETANO et al., 2002). Além disso, a fauna de fósseis de formigas é relativamente abundante, ainda que se encontre restringida em grande parte do hemisfério norte. Isto pode dever-se em parte pela posição dos continentes deste hemisfério durante as eras Mesozóica e Cenozóica, já que se encontravam deslocadas para o sul, ocupando zonas tropicais que favoreceram a diversificação de muitos insetos e outros grupos animais (FERNANDEZ; PALACIO, 2003).

Formigas desempenham duplo papel em agroecossistemas (URBANEJA et al., 2006), podendo ser prejudiciais para o controle biológico de várias pragas. Como exemplo disto, elas podem se alimentar do “honeydew” excretado por hemípteros, e, como parte desta relação, protegem insetos de seus inimigos naturais (JIGGINS; MAJERUS; GOUGH, 1993; REIMER; COPE; YASUDA, 1993).

A alimentação das formigas é tão variada quanto à diversidade da família, existindo desde espécies predadoras e saprófagas até verdadeiros especialistas, que cultivam fungos para alimentar-se (MELO; AGUIAR; GARCETE-BARRETT, 2012).

Poucas espécies tem populações que podem atingir status de praga. Formigas cortadeiras pertencentes ao gêneros *Atta* Fabricius, 1804 e *Acromyrmex* Mayr, 1865 causam o desfolhamento de plantas cultivadas. *Solenopsis* Westwood, 1840 e *Camponotus* Mayr, 1861 danificam a casca das árvores. *Crematogaster* Lund, 1831, *Formica* Linnaeus, 1758 e *Camponotus* criam afídeos e outros insetos sugadores, os quais danificam as plantas ao sugarem a seiva (KASPARI, 2003).

Silvestre, Brandão e Silva (2003) afirmam que as formigas podem ser consideradas importantes predadoras. A maioria alimenta-se de outros artrópodes, afetando significativamente o ambiente onde se encontram e regulando-os sistematicamente.

2.2.1 Formigas como bioindicadores

O uso de determinadas espécies ou grupos de organismos como indicadores do sucesso de práticas de reabilitação ambiental tem sido difundido nas últimas décadas (HILTY; MERENLENDER, 2000). O termo bioindicador pode ser usado em vários contextos, tais como: indicação de alteração de hábitat, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas e consequente degradação dos solos dos ecossistemas (MCGEOCH, 1998).

Os insetos terrestres bioindicadores podem ser classificados em: ambientais que respondem às perturbações ou mudanças ambientais; ecológicos que demonstram efeitos das mudanças ambientais como alterações de habitats, fragmentação, mudanças climáticas, poluição e outros fatores que geram impacto na biota; e de biodiversidade, que refletem índices de diversidade (MCGEOCH, 1998). Cada vez mais ações antrópicas não fundamentadas em princípios de sustentabilidade fragmentam florestas e campos, devido à ampliação das fronteiras agrícolas pela exigência de maior produção em função do crescente aumento populacional, causando a perda da identidade do ambiente e consequente débito de diversidade biológica (WINK et al., 2005).

Um táxon para ser um bom indicador da riqueza de espécies ou da diversidade deve atender quatro critérios básicos: facilidade de amostragem e monitoramento, representatividade de diversos grupos e/ou grupos de importância no ecossistema sob o estudo, possuir relações com a diversidade de outros táxons e responder às mudanças ambientais em caminhos similares aos de outros organismos (OLIVER; BEATTIE, 1996). Um dos grupos que vem sendo utilizado como bioindicador é o grupo das formigas, obtendo sucesso em vários tipos de estudos ecológicos, demonstrando correlação da diversidade destes insetos com fatores bióticos e abióticos (UNDERWOOD; FISCHER, 2006).

As formigas devido à fácil amostragem, ampla distribuição, alta abundância, importância no funcionamento dos ecossistemas, ecologia e taxonomia relativamente bem conhecida, têm sido sugeridas como indicadoras do estado de conservação e/ou degradação de um local (AGOSTI et al., 2000).

Devido ao seu modo de vida em sociedade, alguns fatores da correlação entre as flutuações populacionais e mudanças ambientais tornam o uso desses insetos complicado. Formigas de tamanho pequeno podem ser relativamente sensíveis às

altas temperaturas, especialmente em mudanças climáticas e microclimáticas (KASPARI; MAJER, 2000). Isto pode ser observado na ocorrência de perda de habitats em decorrência da substituição por agroecossistemas, os quais criam zonas de transição muito abruptas entre a floresta e matriz agrícola adjacente (STEVENS; HUSBAND, 1998). No caso de florestas tropicais, que são geralmente fragmentadas em decorrência da implantação de áreas de pastagem e áreas de cultivos, este contraste é muito forte (KAPOS et al., 1997). Dessa forma, a região mais externa da floresta torna-se parte de uma zona de transição, ou ecótone, que irá sofrer mudanças no microclima (NEWMARK, 2001). Por outro lado, algumas colônias são de longa vida e têm ninhos permanentes que podem ser marcados e revisitados. As espécies que vivem nestes ninhos permitem monitorar a saúde de uma colônia frente às mudanças ambientais que as circundam (KASPARI; MAJER, 2000). Em contrapartida, espécies de ciclo de vida curto podem demonstrar altas rotatividades e respostas imediatas ao estresse.

A estrutura da comunidade de formigas pode ser influenciada pela modificação da paisagem natural, tal como o desmatamento. Em manguezais, devido à sua estrutura peculiar, a mirmecofauna associada à esse ambiente é exclusivamente arborícola, nidificando em galhos ocos, formigueiros externos ou ainda vivem juntas às epífitas (DEJEAN et al., 2003).

Quando na perspectiva da agricultura, formigas também são afetadas pela perturbação de origem humana no ambiente. A implantação de sistemas agrícolas causa declínio na diversidade de formigas, devido às alterações no microclima, à redução da disponibilidade de alimentos e às interações com outras espécies, alterando a sua estrutura da comunidade. Apesar da sua grande importância para a manutenção da diversidade local, poucos estudos examinam os limites ecológicos da biodiversidade de formigas, em ambos os ambientes naturais e agroflorestais, relacionando aos efeitos de borda gerados (LOBRY DE BRUYN, 1999). Sobrinho e Schroeder (2007), utilizando metodologia de Winkler, encontraram maior riqueza de formigas no centro de remanescente de Mata Atlântica que na borda, embora não tenha apresentado nenhuma tendência com a distância da borda. Braga (2008), em estudo sobre respostas de formigas ao ecótono eucalipto-floresta, encontrou resultado positivo ao efeito de borda nas formigas, mostrando-se influenciadas pelo tipo de habitat e pelo seu grau de conservação com tendência a maior riqueza na floresta nativa que em eucaliptal.

2.3.2 Formigas predadoras

Insetos predadores têm sido apontados como importantes fatores de regulação populacional (RICKLEFS; MILLER, 1999). Em uma avaliação dos agentes entomófagos, os predadores, comparativamente aos parasitoides, apresentam atributos mais favoráveis, como destruir um grande número de presas durante o seu desenvolvimento (BERTI FILHO; CIOCIOLA, 2002).

As formas mais complexas de organizações sociais conhecidas entre os insetos estão presentes nos Hymenoptera. Além do interesse em tentar-se compreender a evolução dessas sociedades tão complexas, há também grande interesse nos Hymenoptera sociais por seu impacto ecológico em muitos ecossistemas, seja como pragas, polinizadores ou mesmo como predadores (MELO; AGUIAR; GARCETE-BARRETT, 2012).

A maior parte das espécies de formigas de solo é onívora, se alimentando de néctar ou exsudados de plantas, o *honeydew* produzido por afídeos, e pela predação de outros artrópodes (CERDÁ; DEJEAN, 2011).

As formigas são consideradas os mais abundantes e importantes predadores nas plantas jovens e vegetação de pequeno porte (HOLLDÖBLER; WILSON, 1990). Os formicídeos exercem alta pressão de predação sobre artrópodes de menor mobilidade e tamanho, especialmente em copas, onde são dominantes em relação a espécies de formigas não-predadoras (FLOREN et al., 2002). Em estudo sobre insetos predadores em copas de *Citrus deliciosa* Tenore (Rutaceae) sob manejo orgânico, Moraes, Barcellos e Redaelli (2006) observaram que as espécies de formigas *Camponotus* sp. 1 e *Camponotus* grupo *crassus* pertenceram ao grupo de insetos dominantes.

Formigas predadoras podem reduzir a ação danosa de insetos praga. De acordo com estudo realizado por Rossi e Fowler (2004), em lavouras de cana-de-açúcar, as formigas predadoras podem ser reportadas como os principais agentes de controle biológico de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794).

2.3.2.1 Formigas predadoras de moscas-das-frutas

A mosca-das-frutas *Anastrepha* Schiner, 1868, pertence à família Tephritidae e, segundo Zucchi (2000; 2015), causam danos à fruticultura, constituindo um dos principais problemas fitossanitários nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (SALLES, 1991; GARCIA, 2009). Na Região Sul, *A. fraterculus* representa quase a totalidade das espécies do gênero capturadas nos pomares, sendo a principal responsável por prejuízos às frutíferas temperadas (SALLES; KOVALESKI, 1990; SALLES, 1995; GARCIA; CORSEUIL, 1998; GARCIA; LARA, 2006). Segundo Fernandes et al. (2012), a predação de formigas sobre moscas-das-frutas ocorre quando a larva deixa o fruto para enterrar-se no solo e transformar-se em pupa. A formiga *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804), por exemplo, foi responsável por 95% da predação de larvas de *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) durante os meses quentes no México (THOMAS, 1995). Na Guatemala, estas formigas atacaram 21,6% das larvas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) em laranjeiras e 9,3% em cafeeiros (ESKAFI; KOLBE, 1990)

Neuenschwander et al. (1983), em estudo de inimigos naturais de *Bactrocera oleae* (Gmelin, 1790), em várias áreas ecologicamente diferentes na Grécia, constataram que *Aphaenogaster simonelli* Santschi, 1933 e *Crematogaster sordidula* (Nylander, 1849) foram os predadores mais eficientes. Os autores demonstraram que um indivíduo de *A. simonelli* é capaz de rapidamente transferir a larva da mosca ou a pupa para o formigueiro, entretanto, *C. sordidula* necessita de vários indivíduos para a mesma atividade.

Entre os danos causados aos frutos pelas moscas-das-frutas *Ceratitis cosyra* (Walker, 1849) e *Bactrocera invadens* Drew, Tsuruta e White, 2005, em Benin, oeste do continente africano, Van Mele et al. (2007) encontraram valores médios de 24,1% de danos realizadas por esses insetos quando avaliados na ausência de ninhos de formigas africanas *Oecophylla longinoda* (Latreille, 1802) perto de pomares de manga, para 0,8% quando mais de 8 ninhos estavam presentes por cultivar. Neste mesmo estudo, o número de pupas na ausência das formigas diferiu significativamente quando na presença destas.

Apoiado a isto, Pemberton e Willard (1918), registraram a estimativa de 80% de consumo voraz de larvas e pupas de moscas-das-frutas pela formiga predadora *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793) em certos pomares havaianos.

De acordo com a literatura, 10 espécies de moscas-das-frutas possuem espécies de formigas predadoras em estudos publicados (Tabela 1).

Tabela 1 - Espécies de moscas-das-frutas e respectivas formigas predadoras a partir de revisão da literatura com relação à utilização destes no controle biológico e país de estudo.

Mosca-das-Frutas	Formiga predadora	País	Referência
<i>Anastrepha</i>			
<i>A. fraterculus</i>	<i>Pheidole</i> sp.	BRA	Galli e Rampazo (1996); Fernandes et al. (2012)
<i>A. ludens</i>	<i>Solenopsis</i> sp.	BRA	Galli e Rampazo (1996)
	<i>Solenopsis geminata</i>	EUA; MEX	Stibick (2004); Thomas (1995)
	<i>Xenopygus analis</i>	MEX	Stibick (2004); Baker et al. (1944)
<i>A. suspensa</i>	<i>Solenopsis invicta</i>	EUA	Stibick (2004); Hennessey (1997)
<i>A. ludens</i>	<i>Solenopsis geminata</i>	EUA; MEX	Stibick (2004); Thomas (1995)
<i>Bactrocera</i>			
<i>B. dorsalis</i>	<i>Solenopsis invicta</i>	CHN	Cao et al. 2012
<i>B. invadens</i>	<i>Oecophylla longinoda</i>	BEN	Van Mele et al. (2007)
<i>B. oleae</i>	<i>Crematogaster sordidula</i>	GRC	Neuenschwander et al. (1983)
	<i>Aphaenogaster simonelli</i>	GRC	Neuenschwander et al. (1983)
<i>Ceratitis</i>			
<i>C. capitata</i>	<i>Linepithema humile</i>	EUA; BEM	Wong et al. (1984); Van Mele (2009)
	<i>Solenopsis geminata</i>	EUA; GTM	Wong e Wong (1988); Eskafi e Kolbe (1990)
	<i>Pheidole megacephala</i>	*	Kapoor (1993); Narayanan e Chawla (1962)
<i>C. cosyra</i>	<i>Oecophylla longinoda</i>	BEN	Van Mele et al. (2007)
<i>Rhagoletis</i>			
<i>R. mendax</i>	<i>Myrmica</i> sp.	CAN	Allen; Hagley (1990)

*Não consta registro de localidade no artigo analisado. BEN = Benin; BRA = Brasil; CAN = Canadá; CHN = China; GRC = Grécia; GTM = Guatemala; MEX = México e EUA = Estados Unidos da América.

2.4 Produção frutífera: danos e perdas por *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae)

Atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com 42 milhões de toneladas produzidas (FACCHINELLO; NACHTIGAL, 2010). Apesar deste lugar de destaque, larvas de moscas-das-frutas causam grandes perdas e limitam exportações de frutas frescas devido principalmente à barreiras quarentenárias impostas pelos países importadores (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000), colocando o Brasil em 12º lugar no ranking de exportações (FACCHINELLO; NACHTIGAL, 2010). No Rio Grande do Sul (RS) e em Santa Catarina (SC), *Anastrepha fraterculus* é a espécie predominante, sendo que para o RS a mesma representa cerca de 95% das espécies de *Anastrepha* capturadas em armadilhas nos pomares (SALLES; KOVALESKI, 1990; GARCIA; CORSEUIL, 1998a; GARCIA; CORSEUIL, 1998b).

No comércio de frutas frescas, as barreiras impostas pelos países importadores sob a forma de regulamentos sanitários e normas técnicas, também constituem um importante exemplo de restrições que limitam significativamente o desempenho do setor no mercado externo. Os padrões internacionais são rígidos, havendo grande preocupação com doenças e pragas, em destaque as diferentes espécies de moscas-das-frutas. Japão e EUA impõem severas restrições à importação de frutas frescas, proibindo a entrada de produtos oriundos de áreas infestadas (CARVALHO, 2005; BUAIANAIN; BATALHA, 2007).

Aproximadamente 70 espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são consideradas pragas de importância agrícola (GARCIA, 2009). A mosca-das-frutas sul-americana, *A. fraterculus* (Wiedemann, 1830), é de origem neotropical, ocorrendo do sul dos Estados Unidos (EUA) ao norte da Argentina (MALAVASI; ZUCCHI; SUGAYAMA, 2000). Estas moscas, de acordo com os mesmos autores, pertencem à um grupo de dípteros que se desenvolvem em órgãos reprodutivos das plantas e polpas dos frutos, sendo, segundo Salles e Rech (1999) uma espécie adaptada a diversas frutas silvestres e cultivadas. Entre estes hospedeiros, encontram-se espécies das famílias Anacardiaceae, Annonaceae, Combretaceae, Ebenaceae, Fabaceae, Hippocrateaceae, Malpighiaceae, Mimosaceae, Moraceae, Oxadilaceae, Passifloraceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Rosaceae, Rutaceae e

Myrtaceae, sendo as três últimas famílias incluem a maior quantidade de espécies hospedeiras (NAVA; BOTTON, 2011).

Os danos causados pelas moscas-das-frutas iniciam na inserção do ovipositor nos frutos, causando injúrias que favorecem a entrada para doenças, principalmente a podridão-parda, causada pelo fungo *Monilinia fructicola* (G. Winter) Honey, além de ocasionar, com a eclosão das larvas, aberturas de galerias na polpa e apodrecimento dos frutos (NAVA; BOTTON, 2011). Além disso, a injúria causada pela punctura da mosca-das-frutas em frutos pode provocar lesões que resultam em contaminação por outros micro-organismos (ENGELBRECHT; HOLZ; PRINGLE, 2004). Salles (1999) observou a queda prematura de frutos verdes de ameixeira (*Prunus saliciana* L.) ovipositados por *A. fraterculus*, mas sem ocorrer o desenvolvimento de larvas. Entretanto, Zart, Botton e Fernandes (2011), observaram a queda e deformação em cultivares de uva 'Cabernet Sauvignon' e 'Moscatto Embrapa'.

Como medidas de controle de *A. fraterculus*, empregam-se mais comumente duas formas: o controle químico e o controle biológico.

O controle químico, de acordo com Nava e Botton (2011) é realizado principalmente através do emprego de iscas tóxicas ou da aplicação de inseticidas em cobertura. Para Harter et al. (2010), o emprego de isca tóxica é fundamental no manejo de *A. fraterculus*, pois visa reduzir a população de adultos no pomar e a consequente oviposição nos frutos. Além disso, os produtos empregados para o controle da mosca-das-frutas têm sido basicamente inseticidas fosforados com destaque para fenitrothion e triclofom (SALLES; KOVALESKI, 1990; REIS FILHO, 1994; CALKINS; MALAVASI, 1995; SALLES, 1995; KOVALESKI; SUGAYAMA; MALAVASI, 2000; KOVALESKI; RIBEIRO, 2003). Entretanto, estes inseticidas caracterizam-se por apresentar elevada toxicidade, baixa seletividade aos inimigos naturais e alto período de carência (SALLES, 1998) levando a uma preocupação crescente sobre os efeitos dos resíduos nos alimentos e contribuindo de forma acentuada para o desequilíbrio do agroecossistema (ROHDE et al., 2013).

Os parasitoides de larvas, de acordo com Garcia e Ricalde (2013), considerados importantes agentes de controle biológico de moscas-das-frutas no Brasil, são em sua maioria pertencentes às famílias Braconidae e Figitidae, fazem parte dos gêneros *Opius* Wesm., *Utetes* Foerster, *Doryctobracon* Szépligeti, *Aganaspis* Brèthes, *Biosteres* Ashmead e *Diaschamimorpha* Ashmead (WHARTON, 1997). Do mesmo modo, porém ainda considerada uma vertente do controle biológico

natural incipiente, predadores são importantes reguladores de populações consideradas como pragas e pesquisas sobre esta forma de controle são necessárias para o manejo ecológico das pragas (GARCIA, 2014).

Capítulo 1 - Análise faunística de formigas em cultivo de pessegueiro em sistemas de manejo convencional e orgânico

3.1 Introdução

O pessegueiro [*Prunus persica* (L.) Batsch] é uma das frutíferas de clima temperado que mais se estendeu às regiões subtropicais (ZANANDREA et al., 2011). No Brasil, a cultura possui valor socioeconômico, especialmente no Estado do Rio Grande do Sul, que é o principal produtor desse fruto, com percentual médio de 46% da produção nacional, apresentando uma área de 19.000 hectares, totalizando um produção de 80.000 toneladas/ano (EMBRAPA, 2005).

A fruticultura de clima temperado destaca-se entre as atividades agrícolas pelo desenvolvimento de práticas culturais intensivas. As alternativas para o manejo dos pomares são condicionadas pelo sistema adotado sendo destacados os sistemas convencional e orgânico de produção. O sistema convencional de produção apresenta função importante na produção de alimentos, mas é dependente do aporte de insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos. Essas práticas agrícolas trazem preocupações a produtores e consumidores, os quais têm buscado alimentos mais saudáveis, livres de substâncias contaminantes e com bom aspecto visual (STÜPP et al., 2015).

O sistema de produção orgânico surge como alternativa, pois requer menos insumos externos à propriedade, exclui o uso de agrotóxicos e adubos solúveis e utiliza técnicas alternativas de aporte de nutrientes, como a permanência da cobertura vegetal e a aplicação de adubos orgânicos (HOLB et al., 2012)

Adicionado a isso, a questão da sustentabilidade nos sistemas convencionais de produção, a um bom tempo apresenta-se como preocupação a nível internacional e, em contrapartida, as características da produção agroecológica apontam que este

sistema tem potencial de atender a necessidade mundial por inovações em produção sustentável pelo mundo (SILVA et al., 2013).

Segundo Burel (1992) e Giller et al. (1997), as culturas agrícolas geralmente apresentam diversidade reduzida e abundância de fauna nativa devido às mudanças físicas causadas no ambiente, na uniformidade de cobertura vegetal e às práticas de cultivo. Entretanto, Altieri e Nicholls (2010) sugerem que estruturas vegetais associadas aos cultivos agrícolas influenciam na abundância e tempo de chegada de fitófagos e seus inimigos naturais, sendo um fator chave na abundância, diversidade e dispersão das espécies de insetos nos agroecossistemas (BAUDRY, 1984).

A diversidade e a abundância de insetos predadores nas culturas estão relacionadas com a natureza da vegetação nas adjacências (THOMAS et al., 2002). O aumento da biodiversidade no agroecossistema permite o estabelecimento de condições favoráveis para que processos ecológicos chave, tal como a regulação de insetos-praga, possam efetivamente funcionar (ALTIERI; PONTI; NICHOLLS, 2007). Esses processos, segundo os mesmos autores, podem basear-se na promoção da diversidade de plantas com o propósito de atrair um número maior de inimigos naturais. A presença de formigas forrageando sobre as folhagens de plantas está frequentemente associada à existência de fontes renováveis de alimento, como néctar e exsudados de insetos herbívoros – “honeydew” (BENTLEY, 1977). Para Silvestre, Brandão e Silva (2003), as formigas podem ser consideradas importantes predadores, as quais alimentam-se de outros artrópodes, incluindo outros insetos.

Além disso, Allen e Thompson (1977) e Clark, Gage e Spence (1997), comentam que o entendimento da ecologia de insetos predadores está associado aos estudos envolvendo habitats naturais e culturas. Asteraki, Hanks e Clements, (1995) ressaltam o fato dos fragmentos florestais serem considerados os habitats naturais de insetos e Pfiffner e Luka (2000) alertam sobre o conhecimento reduzido acerca da influência desses habitats em relação aos insetos predadores. Ainda, Thomazini e Thomazini (2000) alertam para que além da perda de espécies provocada pela fragmentação da mata, pode ocorrer, inicialmente, um influxo de espécies para os fragmentos, que podem funcionar como refúgios para estes organismos. Os mesmos autores sugerem a utilização de formigas, dentro outros insetos, para ampliar o conhecimento acerca da biodiversidade de insetos em fragmentos florestais e manutenção de espécies próximas às culturas.

No presente estudo objetivou-se caracterizar a assembleia de formigas em pomares de pessegueiro em sistema de manejo convencional e orgânico e fragmento florestal adjacente através análise faunística no sul do Rio Grande do Sul.

3.2 Materiais e Métodos

Foram realizadas 13 coletas, semanalmente, durante a safra do pêssego de 2013 (de setembro a dezembro) em pomares e fragmentos florestais adjacentes de duas propriedades rurais com diferentes sistemas de manejo equidistantes 17,5 km, nos períodos de floração e frutificação das cultivares. As propriedades rurais avaliadas situam-se na região fisiográfica denominada Serra do Sudeste, a qual apresenta cobertura vegetal natural classificada como área de Formação Pioneira com Influência Fluvial e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 1992) e clima, de acordo com a classificação climática Köppen, do tipo Cfa (C: clima temperado quente, com temperatura média do mês mais frio entre 3 e 18° C; f: em nenhum mês a precipitação é inferior à 60 mm; a: temperatura do mês mais quente é superior à 22° C).

3.2.1 Áreas de estudo e desenho amostral

O pomar de pessegueiro com manejo convencional (Figura 1) localiza-se em uma propriedade da zona rural do município de Morro Redondo, Rio Grande do Sul (31°33'57.38"S; 52°38'41.93"O).

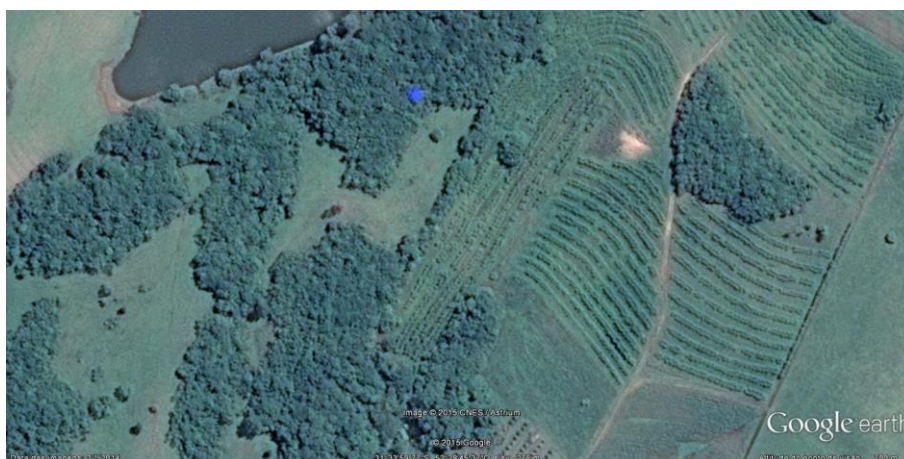


Figura 1 - Imagem da área de estudo com sistema de manejo convencional, Morro Redondo, Rio Grande do Sul. Fonte: Google Earth.

O pomar de pessegueiro estudado possui 1 hectare e são cultivadas 500 plantas da cultivar Vanguarda (ciclo médio). Para reduzir o efeito de plantas espontâneas foi realizada capina mecânica (roçada com auxílio de trator) e capina química (aplicação de herbicida Glifosato na dosagem de 1mL para cada litro) entre plantas e entre linhas de plantio. Também aplicaram-se os fungicidas Derosol nas flores e Folicur nos frutos verdes. O solo foi adubado na dosagem de 12-0-0 com nitrato de cálcio. Durante a safra utilizaram-se iscas tóxicas com calda de açúcar (Malathion 500® e Malathion 1000®, Cheminova) para o controle de moscas-das-frutas.

O pomar orgânico (Figura 2) está localizado em uma propriedade de base ecológica, sob Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) nº 10064, que há 16 anos adota o manejo orgânico em seu sistema de produção.



Figura 2 - Imagem da área de estudo com sistema de manejo orgânico, Pelotas, Rio Grande do Sul. Fonte: Google Earth.

Localiza-se no 8º distrito do município de Pelotas, Rio Grande do Sul (31°26'00"S; 52°33'26"O); No pomar orgânico, há 13 anos são cultivadas 195 plantas de pessegueiro da cultivar Granada, foram realizadas roçadas com pneu entre as linhas de plantio e pulverizado leite diluído a 10%. Também utilizaram-se iscas de suco de pêssgo no entorno do pomar confeccionadas com garrafa PET. Em 2013 foi aplicada adubação com cama de frango, prática compatível a este tipo de sistema de manejo, segundo Instrução Normativa 46, de 6 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011).

As formigas foram coletadas com o auxílio de armadilhas de queda (conhecidas também por *pitfall*) de acordo com metodologia descrita por Aquino, Menezes e Queiroz (2006), a qual prevê o repouso de três dias da abertura das trincheiras, posteriormente a instalação das armadilhas. Esse procedimento diminui os efeitos das escavações sobre a coleta dos organismos.

Os insetos foram amostrados em três transectos de 100 m, em cada área (Figura 3).

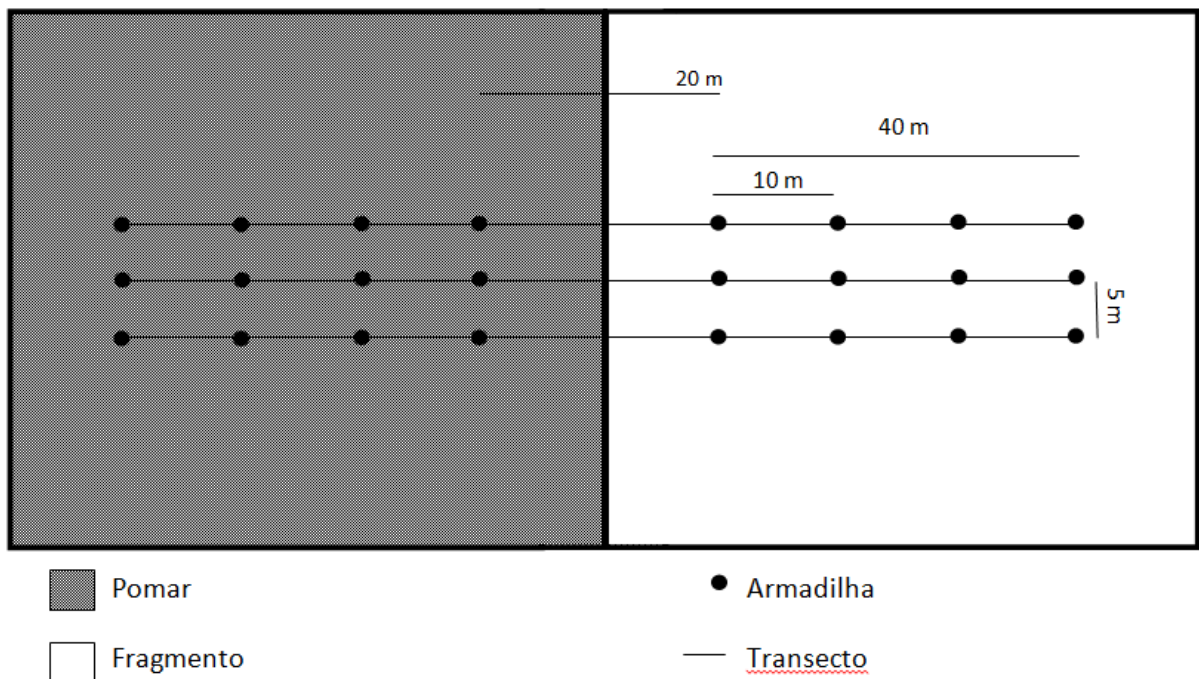


Figura 3 - Croqui das armadilhas *pitfall* nas áreas com sistema de manejo convencional e orgânico.

Estes transectos foram utilizados para medir o limite entre os habitats, com 40 m no pomar e 40 m no fragmento florestal adjacente. Em cada área de estudo, foram instaladas um total de 24 armadilhas, sendo 12 destas no pomar e 12 em fragmento florestal adjacente ao pomar, distando cada uma em 10 metros, distando cinco metros uma a outra.

As armadilhas permaneceram por sete dias no campo. Cada armadilha consistiu de um recipiente plástico de garrafa PET (Polietileno de Teraftalato), com 10 cm de diâmetro e 18 cm de altura, enterrada ao solo de modo a alcançar o nível superior da armadilha, com um pequeno orifício na sua base para permitir a drenagem da água da chuva e permanecendo por sete dias a campo. Além disso, um funil de plástico invertido da própria garrafa com luz de 2,5 cm foi acoplado no interior da

armadilha, de maneira a encaixar-se no recipiente plástico. Ainda, no interior da armadilha, foi instalado recipiente plástico portando solução de 20% de água, 79% de etanol combustível e 1% de detergente, evitando a fuga das formigas (SZINWELSKI et al., 2013). Em todas as armadilhas foram instaladas estrutura plástica acima da trincheira para impedir o extravasamento do conteúdo coletado.

Posteriormente, o material coletado foi encaminhado ao Laboratório de Ecologia de Insetos (LAEI), Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética (DEZG), Instituto de Biologia (IB) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) para proceder a morfotipagem dos espécimes. As formigas foram identificadas pelo Prof. Dr. Junir Antonio Lutiski (Universidade Comunitária de Chapecó, SC).

3.2.2 Análise dos dados

Para evidenciar a diversidade nos ambientes de pomar e fragmento, entre as comunidades, no sistema de produção convencional e no orgânico, utilizaram-se os índices de Shannon-Wiener (H').

Além disso, medidas faunísticas, como abundância (A), constância (C), dominância (D) e frequências (F), foram aplicadas para comparar os ambientes entre si através da análise da constância para cada espécie coletada, utilizando-se a equação proposta por Silveira Neto et al. (1976):

$$C = (p \times 100)/N$$

Onde:

C = constância em percentual;

p = número de coletas contendo a espécie em estudo;

N = nº total de coletas efetuadas.

As espécies foram classificadas em constantes quando foram registradas em mais de 50% das coletas, acessórias quando estiveram presentes entre 25% e 50% e acidentais quando foram registradas em menos de 25% das coletas realizadas.

A medida faunística da abundância (A) foi calculada a partir da equação de Silveira Neto et al. (1976). Os valores foram obtidos através dos cálculos de intervalos de confiança de 1% e 5% sobre as médias obtidas dos registros totais de cada

espécie, em cada ambiente. Desta forma, foram obtidos intervalos em torno da média usados para classificar as espécies em raras, dispersas, comuns, abundantes e muito abundantes. Na curva Normal de distribuição, aquelas espécies cujo total de registros de ocorrência ficou abaixo do limite definido pelo intervalo de confiança da média de Limite de Confiança Inferior a 1% foram classificadas como raras. Aquelas, cuja soma dos registros ficou entre os intervalos de Inferior a 1% e Inferior a 5% do Intervalo de confiança foram classificadas como dispersas. As espécies cujo total de registros ficou agrupado em torno da média, entre o intervalo de Limite Superior a 5% e Limite Inferior a 5% do intervalo de confiança foram classificadas como comuns. As espécies que obtiveram registros suficientes para agrupá-las entre os limites de superior a 5% e a 1% do intervalo de confiança foram classificadas como abundantes. As espécies com soma dos registros que ultrapassam ao limite superior a 1% do intervalo de confiança como abundantes. E as espécies com soma que ultrapassam ao limite superior a 1% do intervalo de confiança na distribuição receberam classificação de muito abundantes.

A dominância das espécies (D) encontradas em cada ambiente foi determinada pelo cálculo do limite da dominância obtido a partir da equação citada por Sakagami e Laroca (1971):

$$LD = (1/S) \times 100$$

Onde,

LD = Limite da dominância

S = número total de espécies

Através deste parâmetro as espécies foram classificadas em dominantes quando os valores da frequência apresentaram-se superiores a este limite e não dominantes quando os valores encontrados foram menores.

O cálculo da frequência (F) agrupou as espécies encontradas em pouco frequente, frequente ou muito frequente (THOMAZINI; THOMAZINI, 2002). Este parâmetro faunístico foi determinado através da ocorrência de cada espécie em relação ao total de coletas (SILVEIRA NETO et al., 1976) e os valores obtidos a partir dos cálculos dos intervalos de confiança de 5% sobre as médias obtidas dos registros totais para cada espécie, em cada área.

Todos os cálculos foram organizados em registro de ocorrência para cada armadilha e ambiente. As análises faunísticas foram realizadas com auxílio do pacote estatístico AnaFau (MORAES; HADDAD; SILVEIRA NETO, 2003). O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi calculado através do software estatístico PAST (HAMMER; HARPER; RYAN 2001). A similaridade foi analisada pelo escalonamento multidimensional não métrico (NMDS: *nonmetric multidimensional scaling*) e para a análise de componentes principais, utilizaram-se as espécies com uma ou duas ocorrências e aquelas com mais de 50, foi utilizado o programa EstimateS, versão 9.1 (COLWELL, 2014).

3.3 Resultados

Foi amostrado um total de 5.775 espécimes de formigas de 93 espécies, em oito subfamílias, pertencentes à 30 gêneros, correspondendo a 1.717 registros de ocorrência, sendo *Camponotus* Mayr, 1861 (11 espécies), *Pheidole* Westwood, 1839 (oito espécies), *Acromyrmex* Mayr, 1865 (sete espécies), *Crematogaster* Lund, 1831 e *Pachycondyla* Smith, 1858 (seis espécies) os gêneros com maior número de espécies. Do total de espécies registradas na propriedade com sistema de manejo convencional 58 ocorreram no pomar convencional (PC) e 59 no fragmento florestal convencional (FC). Na propriedade com sistema de manejo orgânico foram identificadas 51 espécies registradas no pomar orgânico (PO) e 58 no fragmento florestal orgânico (FO).

Entre os dois sistemas de manejo, ambos compartilharam uma riqueza de 61 espécies de formigas. A propriedade com sistema de manejo convencional contou com 16 espécies exclusivas (Tabela 2). Estas foram: *Acromyrmex* sp. 2, *Camponotus* sp. 2, *Camponotus* sp. 4, *Camponotus* sp. 7, *Crematogaster bruchi* Forel, 1912, *Crematogaster* sp. 3, *Cyllindromyrmex* sp., *Cyphomyrmex* sp. 2, *Dorymyrmex* sp., *Heteroponera* sp. 2, *Hypoconera* sp. 5, *Myrmelachista gallicola* Mayr, 1887, *Pachycondyla* sp. 4, *Pogonomyrmex* sp., *Procryptocerus adlerzi* Mayr, 1887 e *Pseudomyrmex flavidulus* (Smith, 1858). Um total de 15 espécies foram registradas somente na propriedade orgânica, sendo elas *Acanthoponera mucronata* (Roger, 1860), *Brachymyrmex* sp.3, *Camponotus* sp. 3, *G. bruchi* (Santschi, 1922), *Heteroponera* sp. 1, *Hypoconera* sp. 2, *Hypoconera* sp. 4, *Labidus coecus* (Latreille, 1802) *Linepithema* sp. 2, *Linepithema* sp.3, *Mycocepurus goeldii* Forel, 1893,

Octostruma rugifera Mayr, 1887, *Octostruma* sp., *Pogonomyrmex coarctatus* Mayr, 1868 e *Strumigenys louisianae* (Roger, 1863).

Tabela 2 – Ocorrência de espécies de formigas coletadas semanalmente com armadilhas *pitfall*, em duas propriedades com sistema de manejo convencional e orgânico, nos municípios de Pelotas e Morro Redondo, Rio Grande do Sul.

Táxon	Orgânico		Convencional	
	PO	FO	PC	FC
1) Subfamília Dolichoderinae				
*Tribo Dolichoderini				
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> Roger, 1863	X		X	X
<i>Dorymyrmex</i> sp.				X
*Tribo Leptomyrmecini				
<i>Linepithema</i> sp. 1	X		X	
<i>Linepithema</i> sp. 2	X	X		
<i>Linepithema</i> sp. 3	X			
2) Subfamília Dorylinae				
*Tribo Cyllindromyrmecini				
<i>Cyllindromyrmex</i> sp.				X
*Tribo Ecitonini				
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	X	X		
<i>Neivamyrmex</i> sp.	X	X	X	
3) Subfamília Ectatomminae				
*Tribo Ectatommini				
<i>Gnamptogenys bruchi</i> (Santschi, 1922)		X		
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	X	X	X	X
<i>Gnamptogenys</i> sp.		X		X
4) Subfamília Formicinae				
*Tribo Plagiolepidini				
<i>Brachymyrmex pilipes</i> Mayr, 1887	X		X	X
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1			X	
<i>Brachymyrmex</i> sp. 2			X	
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	X			
<i>Myrmelachista gallicola</i>			X	
<i>Nylanderia fulva</i> Mayr, 1862	X	X	X	X
<i>Nylanderia</i> sp.	X	X		X
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	X	X	X	X
*Tribo Camponitini				
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	X	X	X	X
<i>Camponotus diversipalpus</i> Santschi, 1922		X	X	X
<i>Camponotus renggeri</i> Emery, 1894	X		X	
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X	X
<i>Camponotus</i> sp. 1	X	X	X	X
<i>Camponotus</i> sp. 2			X	X
<i>Camponotus</i> sp. 3	X			
<i>Camponotus</i> sp. 4			X	
<i>Camponotus</i> sp. 5	X		X	X
<i>Camponotus</i> sp. 6	X	X	X	
<i>Camponotus</i> sp. 7			X	
5) Subfamília Heteroporinae				
*Tribo Heteroporini				
<i>Acanthoponera mucronata</i> (Roger, 1860)		X		
<i>Heteroponera</i> sp. 1		X		X
<i>Heteroponera</i> sp. 2			X	X
6) Subfamília Myrmicinae				
*Tribo Attini				
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1887)	X	X	X	
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890)	X	X	X	X

Tabela 2 – Continuação.

Táxon	Orgânico		Convencional	
	PO	FO	PC	FC
6) Subfamília Myrmicinae				
*Tribo Attini				
<i>Acromyrmex heyeri</i> (Forel, 1899)	X	X	X	X
<i>Acromyrmex lundii</i> (Guérin-Ménéville, 1838)	X	X	X	
<i>Acromyrmex</i> sp. 1	X		X	X
<i>Acromyrmex</i> sp. 2				X
<i>Acromyrmex</i> sp. 3		X	X	X
<i>Apterostigma</i> sp. 1		X	X	
<i>Apterostigma</i> sp. 2		X		X
<i>Apterostigma</i> sp. 3		X		X
<i>Apterostigma wasmannii</i> Forel, 1892	X	X		X
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1853)	X	X	X	X
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	X		X	X
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 2			X	
<i>Mycocepurus goeldii</i> Forel, 1893		X		
<i>Mycocepurus</i> sp.		X	X	
<i>Octostruma rugifera</i> Mayr, 1887		X		
<i>Octostruma</i> sp.	X			
<i>Pheidole</i> sp. 1	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 2	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 3	X	X		X
<i>Pheidole</i> sp. 4	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 5	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 6	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 7		X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 8	X	X	X	X
<i>Procryptocerus adlerzi</i>				X
<i>Strumigenys louisianae</i>	X			
<i>Strumigenys</i> sp.		X		X
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	X	X	X	X
<i>Wasmannia</i> sp.	X	X	X	X
*Tribo Crematogastrini				
<i>Crematogaster bruchi</i>			X	X
<i>Crematogaster corticicola</i> Mayr, 1887		X	X	X
<i>Crematogaster quadriformis</i> Roger, 1863	X	X	X	X
<i>Crematogaster</i> sp. 1	X	X		X
<i>Crematogaster</i> sp. 2	X	X	X	X
<i>Crematogaster</i> sp. 3				X
*Tribo Pogonomyrmecini				
<i>Pogonomyrmex coarctatus</i>		X		
<i>Pogomyrmex naegelli</i> (Fabricius, 1805)	X	X	X	
<i>Pogonomyrmex</i> sp.			X	X
*Tribo Solenopsidini				
<i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith, 1855)		X	X	
<i>Solenopsis</i> sp. 1		X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 2	X	X		X
<i>Solenopsis</i> sp. 3	X		X	
8) Subfamília Ponerinae				
*Tribo Ponerini				
<i>Hypoponera</i> sp. 1		X		X

Tabela 2 – Continuação.

Táxon	Orgânico		Convencional	
	PO	FO	PC	FC
(8) Subfamília Ponerinae				
*Tribo Ponerini	X			
<i>Hypoponera</i> sp. 2	X			
<i>Hypoponera</i> sp. 3	X			X
<i>Hypoponera</i> sp. 4	X			
<i>Hypoponera</i> sp. 5				X
<i>Hypoponera</i> sp. 6	X		X	X
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)		X		X
<i>Pachycondyla bucki</i> (Borgmeier, 1927)	X	X	X	X
<i>Pachycondyla</i> sp. 1	X	X	X	X
<i>Pachycondyla</i> sp. 2	X	X		
<i>Pachycondyla</i> sp. 3		X	X	
<i>Pachycondyla</i> sp. 4				X
<i>Pachycondyla striata</i> Fr. Smith, 1858	X	X	X	X
9) Subfamília Pseudomyrmecinae				
*Tribo Pseudomyrmecini				
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)		X	X	X
<i>Pseudomyrmex flavidulus</i>			X	

FO = Fragmento Orgânico; FC = Fragmento Convencional; PO = Pomar Orgânico; PC = Pomar Convencional.

Com relação ao compartilhamento de espécies de formigas nos pomares e fragmentos florestais, dentro de cada assembleia, o sistema convencional obteve maior fauna, com 39 espécies de formigas e o orgânico 36.

Um total de seis espécies tiveram ocorrência somente em PC, sendo elas *Brachymyrmex* sp. 3, *M. gallicola*, *Camponotus* sp. 4, *Camponotus* sp. 7, *Cyphomyrmex* sp e *P. flavidulus*. Já no PO ocorreram exclusivamente *Brachymyrmex* sp. 3, *Linepithema* sp. 3, *Camponotus* sp. 3, *Strumigenys louisianae* e *Hypoponera* sp. 2, *Hypoponera* sp. 4 e *Octostruma* sp.

Nos fragmentos florestais adjacentes aos pomares convencional e orgânico ocorreram cinco e quatro espécies exclusivas, respectivamente. No fragmento próximo ao pomar convencional ocorreram *Dorymyrmex* sp., *Cyllindromyrmex* sp., *P. adlerzi*, *Hypoponera* sp. 5 e *Pachycondyla* sp. 4. Já no fragmento próximo ao pomar orgânico ocorreram as seguintes espécies: *G. bruchi*, *A. mucronata*, *M. goeldii* e *P. coarctatus*.

A riqueza observada de espécies entre as áreas foi semelhante. Entretanto, FC apresentou maior riqueza pelo estimador Chao 2 (Figura 4).

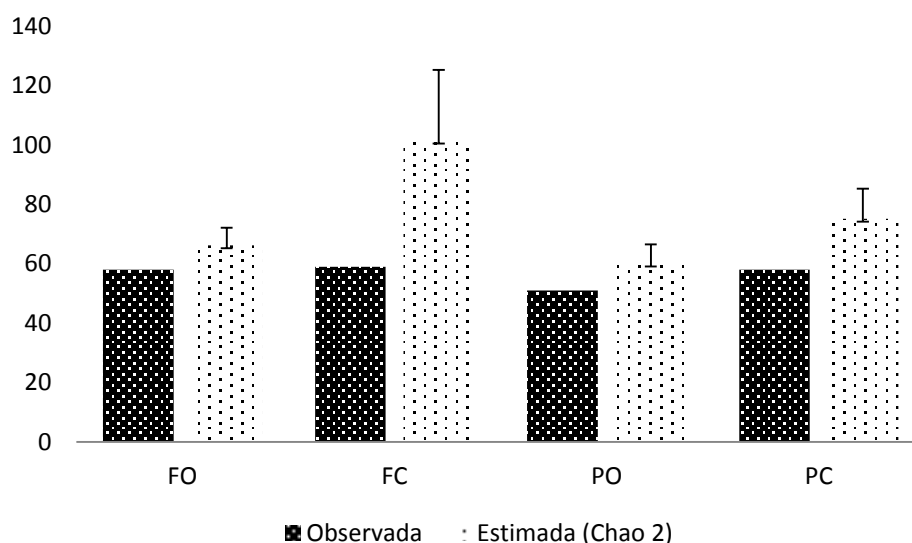


Figura 4 - Riqueza observada e estimada (Chao 2) de formicídeos coletados em dois agroecossistemas com diferentes sistemas de manejo, situados nos municípios de Pelotas e Morro Redondo, no ano de 2013, em quatro assembleias: FC = Fragmento Florestal Convencional; FO = Fragmento Florestal Orgânico; PC = Pomar Convencional e PO = Pomar Orgânico.

Além disso, Myrmicinae apresentou a maior riqueza de espécies ($S = 45$), seguida por Formicinae ($S = 19$) e Ponerinae ($S = 13$). As demais subfamílias obtiveram riqueza de cinco (Dolichoderinae), três (Dorylinae, Ectatomminae e Heteroporinae) e duas (Pseudomyrmicinae) espécies (Tabela 2).

Os valores de diversidade foram similares sendo que FC possuiu o maior valor, obtendo a diversidade calculada através do Índice de Shannon-Wiener de 3,40, seguido de PC (3,36), FO (3,20) e PO com 3,04.

A partir das espécies utilizadas na construção da análise de componentes principais, observaram-se diferenças entre os sistemas de manejo com relação às influências destes nas espécies supracitadas. Nos agroecossistemas em estudo, tanto no convencional quanto no orgânico, PC e PO foram ordenados no componente 1 (60% e 65% de variação) enquanto FC e FO ordenados no componente 2 (40% e 34% de variação) (Figura 5).

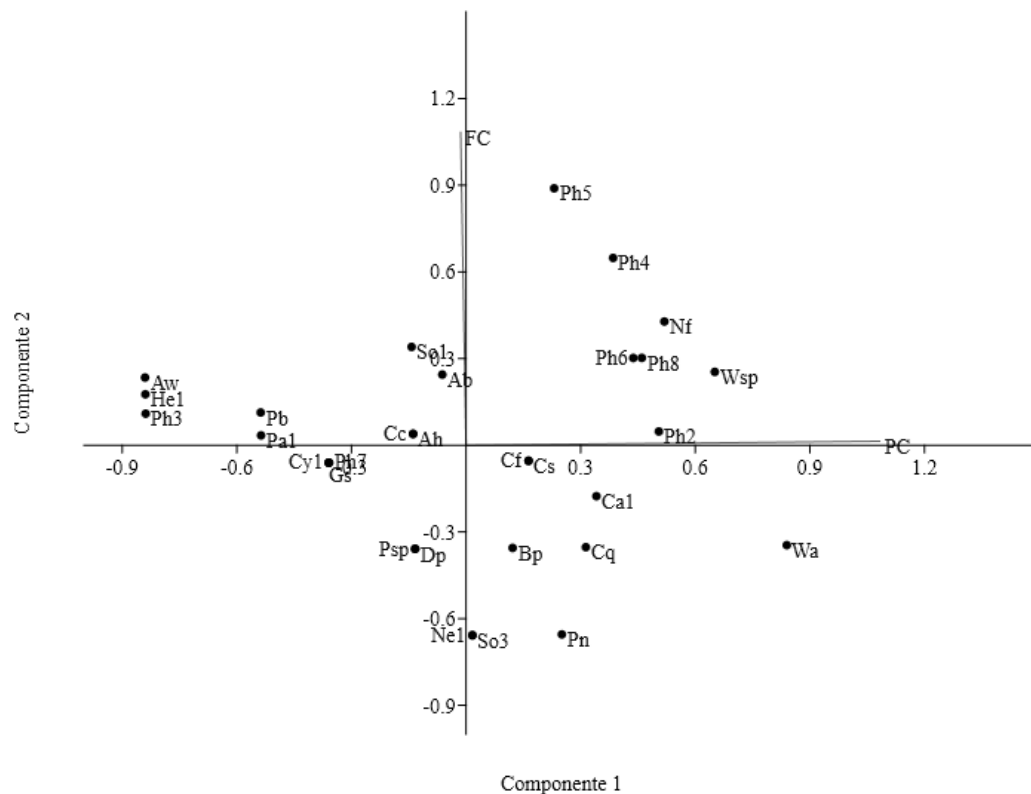


Figura 5 - Análise de componentes principais das espécies de formigas com ocorrência registrada em fragmento de floresta e pomar de pessegueiro, no período de 14 de setembro de 2013 a 8 de dezembro de 2013, sob manejo convencional, Morro Redondo, Rio Grande do Sul. Ab = *Acromyrmex balzani*; Ah = *Acromyrmex heyeri*; Aw = *Apterostigma wasmannii*; Bp = *Brachymyrmex pilipes*; Ca1 = *Camponotus* sp. 1; Cc = *Crematogaster corticicola*; Cf = *Camponotus rufipes*; Cs = *Camponotus crassus*; Cq = *Crematogaster quadriformis*; Cy1 = *Cyphomyrmex* sp. 1; Dp = *Dorymyrmex pyramicus*; Gs = *Gnamptogenys striatula*; He1 = *Heteroponera* sp. 1; Ne1 = *Neivamyrmex* sp.; Nf = *Nylanderia fulva*; Pa1 = *Pachycondyla* sp. 1; Pb = *Pachycondyla bucki*; Ph2 = *Pheidole* sp. 2; Ph3 = *Pheidole* sp. 3; Ph4 = *Pheidole* sp. 4; Ph5 = *Pheidole* sp. 5; Ph6 = *Pheidole* sp. 6; Ph7 = *Pheidole* sp. 7; Ph8 = *Pheidole* sp. 8; Pn = *Pogonomyrmex naegelli*; Psp = *Pogonomyrmex* sp.; So1 = *Solenopsis* sp. 1; So3 = *Solenopsis* sp. 3; Wa = *Wasmannia auropunctata* e Wsp = *Wasmannia* sp.

O ambiente PC apresentou as seguintes espécies associadas *Pheidole* sp. 2 (**Ph2**) e *Wasmannia* sp. (**Wsp**), em um quadrante também composto pelas espécies *N. fulva* (**Nf**), *Pheidole* sp. 4 (**Ph4**), *Pheidole* sp. 6 (**Ph6**), *Pheidole* sp. 8 (**Ph8**) e *Wasmannia* sp. (**Wsp**) as quais associaram-se igualmente à PC e FC e *Pheidole* sp. 5 (**Ph5**), espécie que apresentou maior associação com FC.

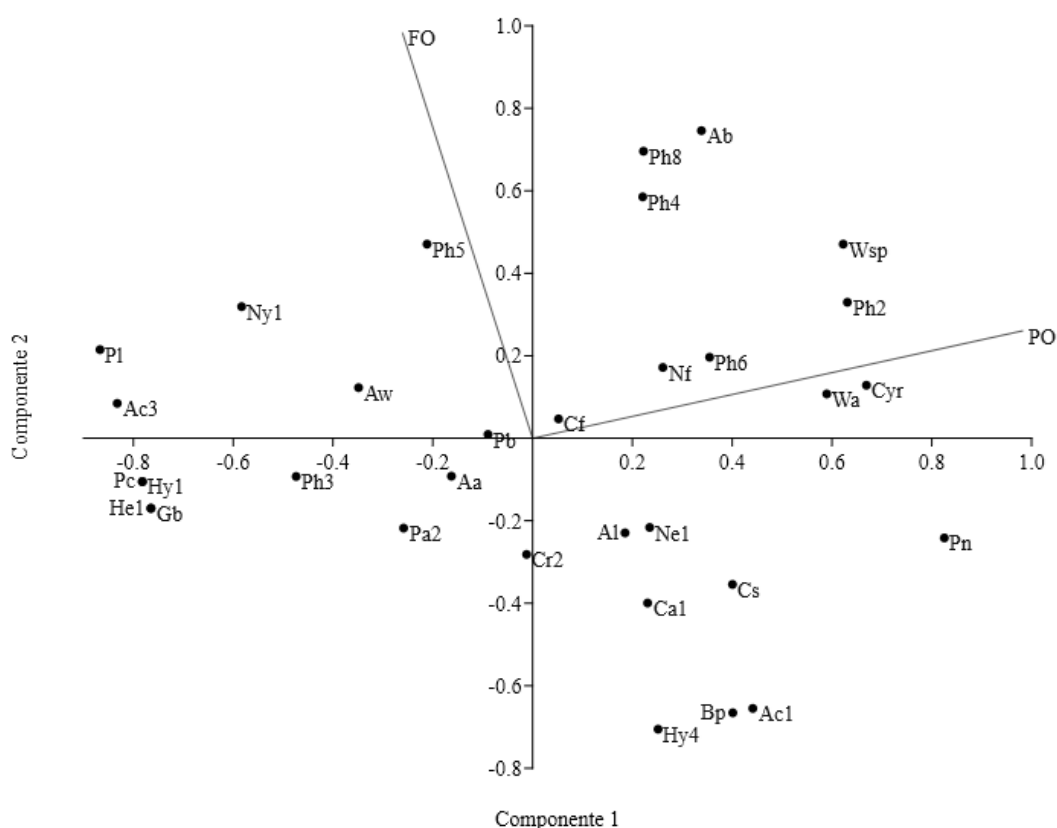


Figura 6 - Análise de componentes principais das espécies de formigas com ocorrência registrada em fragmento de floresta e pomar de pessegueiro, no período de 14 de setembro de 2013 a 8 de dezembro de 2013, sob manejo orgânico, Pelotas, Rio Grande do Sul. Aa = *Acromyrmex ambiguus*; Ab = *Acromyrmex balzani*; Ac1 = *Acromyrmex* sp. 1; Ac3 = *Acromyrmex* sp. 3; Al = *Acromyrmex lundii*; Aw = *Apterostigma wasmannii*; Bp = *Brachymyrmex pilipes*; Ca1 = *Camponotus* sp. 1; Cf = *Camponotus rufipes*; Cr2 = *Crematogaster* sp. 2; Cs = *Camponotus crassus*; Cyr = *Cyphomyrmex rimosus*; Gb = *Gnamptogenys bruchi*; He1 = *Heteroponera* sp. 1; *Hypoconera* sp. 1; Hy4 = *Hypoconera* sp. 4; Ne1 = *Neivamyrmex* sp.; Nf = *Nylanderia fulva*; Ny1 = *Nylanderia* sp.; Pa2 = *Pachycondyla* sp. 2; Pb = *Pachycondyla bucki*; Pc = *Pogonomyrmex coarctatus*; Pl = *Paratrechina longicornis*; Ph2 = *Pheidole* sp. 2; Ph3 = *Pheidole* sp. 3; Ph4 = *Pheidole* sp. 4; Ph5 = *Pheidole* sp. 5; Ph6 = *Pheidole* sp. 6; Ph8 = *Pheidole* sp. 8; Pn = *Pogonomyrmex naegelli*; Wa = *Wasmannia auropunctata* e Wsp = *Wasmannia* sp.

Uma análise de escalonamento multidimensional não-métrico (*non-metric multidimensional scale*, NMDS) indica clara separação da mirmecofauna que habita o solo nos diferentes ambientes. Ambos os fragmentos florestais e pomares de pessegueiro tiveram espécies similares (Figura 7).

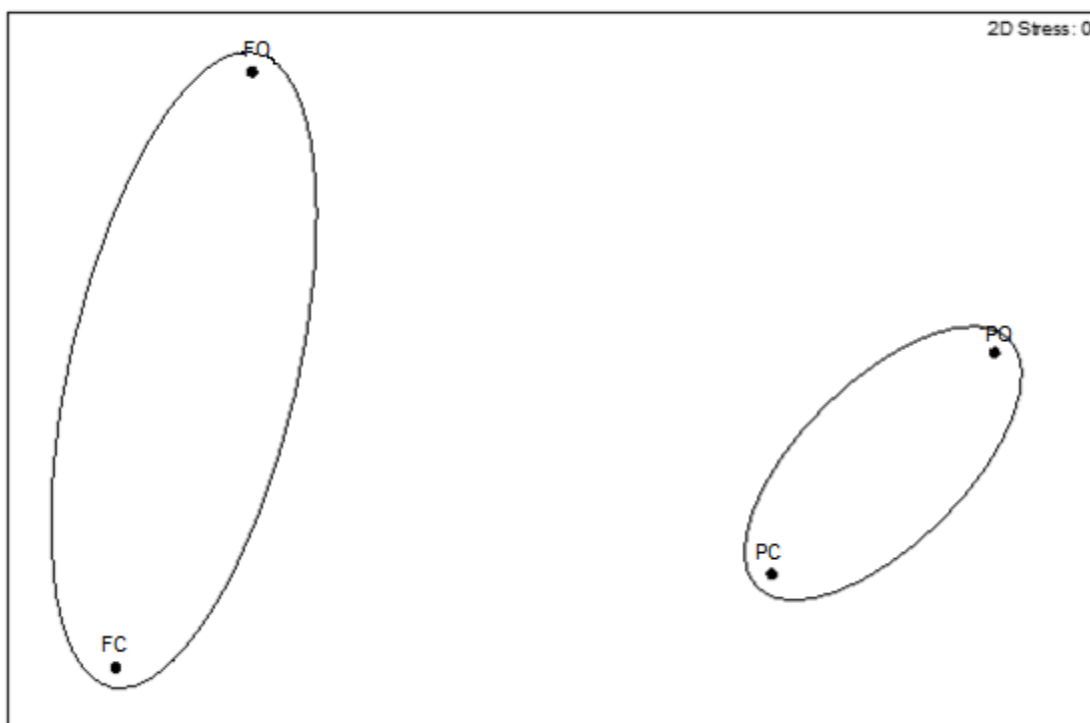


Figura 7 – Escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) das assembleias de formigas coletadas em quatro ambientes pertencentes à pomares de pessegueiros em agroecossistemas sob manejo convencional e orgânico nos municípios de Morro Redondo e Pelotas, Rio Grande do Sul. Os círculos representam 65% de similaridade. FC = Fragmento convencional; FO = Fragmento Orgânico; PC = Pomar Convencional e PO = Pomar Orgânico.

De acordo com os parâmetros faunísticos da abundância, constância, dominância e frequência, em PC as espécies predominantes foram *N. fulva*, *P. striata*, *Pheidole* sp. 1 e *Pheidole* sp. 5. Já, em PO predominaram as espécies *A. balzani*, *G. striatula*, *Nylanderia* sp. *P. striata*, *Pheidole* sp. 1, *Pheidole* sp. 4 e *Pheidole* sp. 5 (Tabela 3).

Cada ambiente pomar apresentou um conjunto de 10 a 12 espécies dominantes. Foram dominantes em PC as espécies *A. heyeri*, *C. crassus*, *C. rufipes*, *Camponotus* sp. 1, *C. corticicola*, *D. pyramicus*, *Neivamyrmex* sp., *Pogonomyrmex* sp., *Solenopsis* sp. 1 e *Solenopsis* sp. 3, enquanto que em PO *A. lundii*, *Acromyrmex* sp. 1, *C. crassus*, *Brachymyrmex* sp. 3, *Camponotus* sp. 1, *C. corticicola*,

Crematogaster sp. 2, *G. striatula*, *Hypoponera* sp. 4, *Neivamyrmex* sp., *N. fulva* e *P. bucki* apresentaram dominância. Entretanto nos fragmentos de floresta adjacente, FC apresentou as espécies *A. wasmannii*, *P. bucki*, *Pachycondyla* sp. 1 e *Pheidole* sp. 2. Já em FO, foram registradas 11 espécies, sendo estas *Acromyrmex* sp. 3, *A. wasmannii*, *C. rimosus*, *G. bruchi*, *Hypoponera* sp. 1, *N. fulva*, *O. chelifer*, *P. bucki*, *Pheidole* sp. 2, *Pheidole* sp. 3 e *Solenopsis* sp. 1.

Com relação às espécies classificadas como raras nos pomares, *A. ambiguus*, *A. lundii*, *Acromyrmex* sp. 1, *Acromyrmex* sp. 3, *Apterostigma* sp. 1, *Brachymyrmex* sp. 1, *Brachymyrmex* sp. 2, *Brachymyrmex* sp. 3, *C. diversipalpus*, *C. renggeri*, *Camponotus* sp. 2, *Camponotus* sp. 4, *Camponotus* sp. 5, *Camponotus* sp. 6, *Camponotus* sp. 7, *C. bruchi*, *Crematogaster* sp. 2, *C. rimosus*, *Cyphomyrmex* sp. 1, *Cyphomyrmex* sp. 2, *G. striatula*, *Heteroponera* sp. 2, *Hypoconera* sp. 6, *Linepithema* sp. 1, *M. pharaonis*, *Mycocepurus* sp., *M. gallicola*, *P. bucki*, *Pachycondyla* sp. 1, *Pachycondyla* sp. 3 e *P. longicornis* foram raras em PC, enquanto que em PO, as espécies raras foram *Acromyrmex* sp. 1, *A. wasmannii*, *C. renggeri*, *Camponotus* sp. 3, *Camponotus* sp. 5, *Camponotus* sp. 6, *Crematogaster* sp. 1, *Crematogaster* sp. 2, *Cyphomyrmex* sp. 1, *Dorymyrmex pyramicus*, *Hypoconera* sp. 3, *Hypoconera* sp. 6, *Labidus coecus*, *Linepithema* sp. 1, *Linepithema* sp. 2, *Linepithema* sp. 3, *Octostruma* sp., *P. bucki*, *Pachycondyla* sp. 1 e *Pachycondyla* sp. 2.

Tiveram classificação de comuns *A. lundii*, *Acromyrmex* sp. 1, *B. pilipes*, *C. crassus*, *C. rufipes*, *Camponotus* sp. 1, *G. striatula*, *Hypoconera* sp. 4, *Neivamyrmex* sp. 1, *N. fulva*, *Pheidole* sp. 4, *Pheidole* sp. 6, *Pheidole* sp. 8 em PO e *A. balzani*, *B. pilipes*, *C. crassus*, *C. rufipes*, *Neivamyrmex* sp. 1 e *Solenopsis* sp. 3 em PC.

Tabela 3 – Análise faunística de formigas coletadas com auxílio de armadilhas *pitfall* por ambiente em duas propriedades com diferentes sistemas de produção convencional e orgânico em pomar de pessegueiro e fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual adjacente. Continua....

Sistemas	Convencional								Orgânico							
Ambientes	Pomar				Fragmento				Pomar				Fragmento			
Espécies	A	C	D	F	A	C	D	F	A	C	D	F	A	C	D	F
<i>Acanthoponera mucronata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p
<i>Acromyrmex ambiguus</i>	r	z	n	p	0	0	0	0	r	z	n	p	d	y	s	p
<i>Acromyrmex balzani</i>	c	y	s	f	m	y	s	mf	m	w	s	mf	m	w	s	mf
<i>Acromyrmex heyeri</i>	d	z	s	p	c	z	s	f	r	z	n	p	d	z	n	p
<i>Acromyrmex lundii</i>	r	z	n	p	0	0	0	0	c	y	s	f	r	z	n	p
<i>Acromyrmex</i> sp. 1	r	z	n	p	r	z	n	p	c	z	s	f	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp. 2	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acromyrmex</i> sp. 3	r	z	n	p	c	z	n	f	0	0	0	0	c	y	s	f
<i>Apterostigma</i> sp. 1	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	d	z	n	p
<i>Apterostigma</i> sp. 2	0	0	0	0	c	z	n	f	0	0	0	0	r	z	n	p
<i>Apterostigma</i> sp. 3	0	0	0	0	c	z	n	f	0	0	0	0	r	z	n	p
<i>Apterostigma wasmannii</i>	0	0	0	0	m	y	s	mf	r	z	n	p	c	w	s	f
<i>Brachymyrmex pilipes</i>	c	y	s	fr	r	z	n	p	c	w	s	f	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp. 2	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	r	y	s	p	0	0	0	0
<i>Camponotus crassus</i>	c	y	s	f	c	z	n	f	c	w	s	f	r	z	n	p
<i>Camponotus diversipalpus</i>	r	z	n	p	r	z	n	p	0	0	0	0	d	z	n	p
<i>Camponotus renggeri</i>	r	z	n	p	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Camponotus rufipes</i>	c	w	s	f	c	z	n	f	c	y	s	f	c	y	s	f
<i>Camponotus</i> sp. 1	m	w	s	mf	r	z	n	p	c	y	s	f	r	z	n	p
<i>Camponotus</i> sp. 2	r	z	n	p	c	z	n	f	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp. 4	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp. 5	r	z	n	p	r	z	n	p	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Camponotus</i> sp. 6	r	z	n	p	0	0	0	0	r	z	n	p	r	z	n	p
<i>Camponotus</i> sp. 7	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crematogaster bruchi</i>	r	z	n	p	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crematogaster corticícola</i>	d	y	s	p	c	z	s	f	0	0	0	0	d	z	n	p
<i>Crematogaster quadriformis</i>	m	w	s	mf	r	z	n	p	m	w	s	mf	c	w	s	f
<i>Crematogaster</i> sp. 1	0	0	0	0	c	z	n	f	r	z	n	p	r	z	n	p
<i>Crematogaster</i> sp. 2	r	z	n	p	r	z	n	p	r	z	s	p	d	z	n	p
<i>Crematogaster</i> sp. 3	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyllindromyrmex</i> sp.	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	r	z	n	p	r	z	n	p	m	w	s	mf	d	y	s	p
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 1	r	z	n	p	c	z	n	f	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 2	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dorymyrmex pyramicus</i>	d	z	s	p	r	z	n	p	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Dorymyrmex</i> sp.	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnamptogenys bruchi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	c	z	s	f

Tabela 3 – Continuação.

Sistemas	Convencional								Orgânico							
Ambientes	Pomar				Fragmento				Pomar				Fragmento			
Espécies	A	C	D	F	A	C	D	F	A	C	D	F	A	C	D	F
<i>Gnamptogenys striatula</i>	r	z	n	p	c	z	n	f	c	y	s	f	m	w	s	mf
<i>Gnamptogenys</i> sp. 1	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	d	z	n	p
<i>Heteroponera</i> sp.1	0	0	0	0	c	y	s	f	0	0	0	0	c	y	s	f
<i>Heteroponera</i> sp.2	r	z	n	p	c	z	n	f	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp. 1	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	c	z	s	f
<i>Hypoponera</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp. 3	0	0	0	0	r	z	n	p	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	c	y	s	f	0	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp. 5	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypoponera</i> sp. 6	r	z	n	p	r	z	n	p	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Labidus coecus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p	r	z	n	p
<i>Linepithema</i> sp. 1	r	z	n	p	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Linepithema</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p	r	z	n	p
<i>Linepithema</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Monomorium pharaonis</i>	r	z	n	p	r	z	n	p	0	z	0	0	r	z	n	p
<i>Mycocepurus goeldii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	d	z	n	p
<i>Mycocepurus</i> sp.	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	r	w	n	p
<i>Myrmelachista gallicola</i>	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neivamyrmex</i> sp. 1	c	z	s	f	0	0	0	0	c	y	s	f	r	z	n	p
<i>Nylanderia fulva</i>	m	w	s	mf	m	w	s	mf	c	w	s	f	c	y	s	f
<i>Nylanderia</i> sp.	0	0	0	0	r	z	n	p	r	z	n	p	m	w	s	mf
<i>Octostruma rugifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	d	z	n	p
<i>Octostruma</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Odontomachus chelifer</i>	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	d	y	s	p
<i>Pachycondyla bucki</i>	r	z	n	p	c	z	s	f	r	z	s	p	c	y	s	f
<i>Pachycondyla</i> sp.1	r	z	n	p	c	z	s	f	r	z	n	p	d	z	n	p
<i>Pachycondyla</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p	d	z	n	p
<i>Pachycondyla</i> sp.3	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p
<i>Pachycondyla</i> sp.4	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pachycondyla striata</i>	m	w	s	mf	m	w	s	mf	m	w	s	mf	m	w	s	mf
<i>Paratrechina longicornis</i>	r	z	n	p	r	z	n	p	d	0	0	p	m	y	s	mf
<i>Pheidole</i> sp. 1	m	w	s	mf	m	w	s	mf	m	w	s	mf	m	w	s	mf
<i>Pheidole</i> sp. 2	m	w	s	mf	c	z	s	f	m	w	s	mf	c	z	s	f
<i>Pheidole</i> sp. 3	0	0	0	0	c	y	s	f	0	0	0	0	c	y	s	f
<i>Pheidole</i> sp. 4	m	y	n	mf	m	w	s	mf	m	y	n	mf	m	w	s	mf
<i>Pheidole</i> sp. 5	m	w	s	mf	m	w	s	mf	m	w	s	mf	m	w	s	mf
<i>Pheidole</i> sp. 6	m	w	s	mf	m	y	s	mf	m	w	s	mf	m	y	s	mf
<i>Pheidole</i> sp. 7	r	z	n	p	c	z	n	f	r	z	n	p	c	z	n	f
<i>Pheidole</i> sp. 8	m	w	s	mf	m	y	s	mf	m	w	s	mf	m	y	s	mf
<i>Pogonomyrmex naegelli</i>	m	y	s	mf	0	0	0	0	m	y	s	mf	r	z	n	p
<i>Pogonomyrmex</i> sp.	d	z	s	p	r	w	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Procryptocerus adlerzi</i>	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 3 - Continuação.

Sistemas	Convencional								Orgânico							
Ambientes	Pomar				Fragmento				Pomar				Fragmento			
Espécies	A	C	D	F	A	C	D	F	A	C	D	F	A	C	D	F
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	r	z	n	p	r	z	n	p	0	0	0	0	d	z	n	p
<i>Pseudomyrmex flavidulus</i>	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solenopsis saevissima</i>	r	z	n	p	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p
<i>Solenopsis</i> sp. 1	d	z	s	p	m	y	s	mf	0	0	0	0	d	y	s	p
<i>Solenopsis</i> sp. 2	0	0	0	0	r	z	n	p	r	z	n	p	r	z	n	p
<i>Solenopsis</i> sp. 3	c	y	s	f	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Strumigenys louisianae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0
<i>Strumigenys</i> sp.	0	0	0	0	r	z	n	p	0	0	0	0	d	z	n	p
<i>Wasmannia auropunctata</i>	m	w	s	mf	r	z	n	p	m	w	s	mf	r	z	n	p
<i>Wasmannia</i> sp.	m	w	s	mf	m	y	s	mf	m	w	s	mf	m	y	s	mf

A = abundância: a = abundante; c = comum; d = dispersa; m = muito abundante; r = rara. **C** = constância: w = constante; y = acessória; z = accidental. **D** = dominância: s = dominante; n = não dominante. **F** = frequência: f = frequente; mf = muito frequente; p = pouco frequente.

3.4 Discussão

A dominância das famílias Myrmicinae, Formicinae e Ponerinae era esperada por serem grupos muito frequentes e abundantes, principalmente na região Neotropical. Essa constatação também corrobora com a maioria dos inventariamentos realizados no Brasil, independente da metodologia e do local de estudo, como estudos realizados por Marinho et al. (2002), Côrrea et al. (2006) e Andrade et al. (2007). A mais recente lista de formigas descritas para o Estado de Santa Catarina foi realizada por Ulysséa et al., 2011, relata a ocorrência de 207 espécies para a região onde o presente estudo foi realizado (LUTINSKI et al., 2014). O mesmo padrão de dominância observado neste estudo foi verificado por Rosado et al. (2012), os quais avaliaram a fauna de formigas epigeicas em vinhedos e em campos nativos na região da Campanha, no Estado do Rio Grande do Sul.

Entre os gêneros com maior número de espécies destaca-se *Camponotus*, o qual possui ampla distribuição, consistindo de espécies onívoras de habitats arbóreos e terrestres, sendo suas espécies classificadas como organismos dominantes (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003). A presença da maioria das suas espécies em PO e PC pode ser explicada pelo fato de que o gênero possui alta capacidade de invadir novos ambientes, devido a sua adaptabilidade e flexibilidade alimentar (RAMOS et al., 2003).

As formigas do gênero *Pheidole* são consideradas como generalistas hiperdiversas, amplamente distribuídas e conhecidas pelo seu sistema de recrutamento massal, o qual permite dominar recursos alimentares de maneira eficiente e excluir competidores (FOWLER, 1993; WILSON, 2003). Silvestre et al. (2003) comentam que espécies generalistas como as pertencentes aos gêneros *Pheidole*, *Nylanderia* e *Dorymyrmex* possuem características biológicas e ecológicas que favorecem a exploração de ambientes antropizados. Essas espécies não encontram limitações para a obtenção de fontes de nutrientes e de locais de nidificação nesses ambientes (FOWLER, 1993). Além disso, formigas do gênero *Pheidole* atuam como predadoras eficientes de larvas de curculionídeos, por exemplo, *Conotrachelus myrciariae* Marshall, 1929 e *Conotrachelus psidii* Marshall, 1922, pragas da jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora*) e da goiabeira (*Psidium guajava*) (FOWLER, 1988).

O gênero *Acromyrmex* faz parte de um grupo de formigas conhecidas popularmente como formigas cortadeiras (RANDO; FORTI, 2005). Nesse conjunto de formigas também encontram-se os gêneros *Atta*, *Apterostigma*, *Cyphomyrmex*, *Mycetophylax*, *Mycocepurus*, *Mycetosoritis*, *Mycetarotes*, *Sericomyrmex*, *Trachymyrmex* e *Pseudoatta* (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Para a região Sul do Estado do Rio Grande do Sul, Loeck e Grützmacher (2001) relatam a ocorrência de oito espécies de *Acromyrmex* [*A. heyeri* (Forel, 1899), *A. lundi* (Guerin, 1838), *A. ambiguus* (Emery, 1887), *A. striatus* (Roger, 1863), *A. crassipinus* (Forel, 1909), *A. laticeps* (Emery, 1905), *A. lobicornis* (Emery, 1887) e *A. coronatus* (Fabricius, 1804)], sendo *A. ambiguus* considerada uma das três predominantes.

Segundo Mariconi (1970) as formigas *Acromyrmex* são dominantes na maioria das comunidades vegetais neotropicais e características desta região, sendo causadoras de severos prejuízos aos setores florestal e agrícola de países latino-americanos (MARICONI, 1970; JAFFÉ, 1993). Dentre as culturas afetadas por essas formigas, a persicultura, uma das principais atividades agrícolas desenvolvidas na região, tem sua produção reduzida em decorrência do corte de suas folhas, brotações, botões florais, flores e frutos (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2008).

Embora não tenha sido registrada associação de *A. balzani* com o ambiente de pomar de pessegueiro neste estudo, sua presença foi registrada como dominante e constante em PO e PC, muito abundante e muito frequente em PO e comum e frequente em PC (Tabela 3). Rando e Forti (2005), em estudo de inventariamento de

formigas no Estado de Santa Catarina, também coletaram *A. balzani* em áreas de cultivo de pessegueiro. Pimenta et al. (2007) comentam que esta espécie possui atividade de forrageamento tendo preferência pelo corte de gramíneas, corroborando com os dados de falta de associação com o pomar de pessegueiro encontrado neste estudo.

Apesar disso, a análise faunística demonstrou a predominância de *A. balzani* em PO e a classificação em PC como comum, acidental, não dominante e pouco frequente. Provavelmente, estes dados sejam melhor interpretados a partir da perspectiva da capina mecânica e química realizada no PC, que forneceu poucos recursos de forrageamento à espécie. Gusmão e Loeck (1999), em estudo sobre distribuição geográfica de *Acromyrmex* no estado do Rio Grande do Sul, comentam que *A. heyeri* e *A. lundii*, tem preferência por áreas como pastagens, nativas e lavouras. Boscardin; Costa e Delabie (2014) em estudo sobre a relação de guildas de formigas e a qualidade ambiental no cultivo de *Eucalyptus grandis* Maiden submetidos a diferentes controles de plantas infestantes no sul do Brasil, explicam que mesmo após a aplicação de alguns herbicidas (Glifosato e Setoxidim) no agroecossistema podem surgir novas interações no ambiente por conta da especificidade encontrada nas guildas, resultando no estabelecimento de guildas que antes das aplicações não haviam sido encontradas naquelas áreas. Do mesmo modo, e como evidenciado no estudo de Boscardin; Costa e Delabie (2014), *A. balzani* foi registrada em todos os ambientes neste estudo.

As formigas pertencentes ao gênero *Crematogaster* constituem um grupo com ampla distribuição tanto local como regional (WILSON, 1976). São elementos predominantes da fauna arbórea (AGOSTI; JOHNSON, 2015), reunidos em um grande número de espécies generalistas, ocorrendo também no solo e na serapilheira (DELABIE et al., 2000). Além disso, o gênero também é conhecido pelo seu rápido recrutamento, agressividade e comportamento territorial, dos quais o atribuem como potencial agente de controle biológico de pragas (LONGINO, 2003).

O gênero *Pachycondyla* tem ampla distribuição, ocorrendo desde a Louisiana, nos Estados Unidos da América, até a Argentina (KEMPF, 1972). São formigas que geralmente apresentam castas estéreis monomórficas, mas que em diversas espécies observam-se divisão de tarefas. Suas larvas são alimentadas diretamente com pedaços de artrópodes, o que resulta numa íntima associação entre o forrageamento e o cuidado da prole por parte das operárias (PRATT et al., 1994). *P. striata* é

encontrada na América do Sul, do Brasil à Argentina (KEMPF, 1972), considerada uma espécie de hábitos generalistas, coletando principalmente carcaças de insetos e predando cupins, larvas de artrópodes e minhocas. Além destas fontes alimentares, Carrol e Janzen (1973) observaram que esta espécie é eficiente na dispersão de sementes que possuem elaissomo, considerado quimicamente análogo a insetos mortos e, por uma ampla variedade de formigas.

A influência dos tipos de manejo analisados neste estudo pode ser verificada através dos registros de abundância de formigas em maior número no pomar convencional aos encontrados no pomar orgânico. Lutinski e Garcia (2005) explicam que quanto mais elevado for o nível de perturbação de um ecossistema, menor será a sua diversidade de espécies, ocasionando em um aumento na abundância de formigas. Entretanto, não foi evidenciado diferenças nos valores de diversidade neste estudo. Assim como observado por Dias et al. (2008), na cultura do café, as possíveis hipóteses para explicar o impacto negativo observado na cultura do pessegueiro sob manejo convencional sobre as comunidades de formigas estão na aplicação de agrotóxicos no controle de pragas associada à exposição das espécies à maior amplitude térmica e a mecanização sendo, provavelmente, os fatores limitantes da quantidade e qualidade dos recursos disponíveis para as formigas.

A maior diversidade de formigas encontrada nos fragmentos florestais à diversidade inventariada nos agroecossistemas corrobora com observado por Dias et al. (2008), os quais atribuem a baixa diversidade de formigas encontrada nos pomares relacionada com sua menor diversidade estrutural. Quanto maior a complexidade da vegetação, maior a diversidade da comunidade de formigas que pode ser sustentada (ANDERSEN, 1984; SOARES et al., 2003). Ambientes florestais nativos, por exemplo, tendem a apresentar uma riqueza mais elevada quando comparado a fisionomias de campo, pois oferecem maior diversidade de nichos pelo acréscimo dos estratos arbóreo e serapilheira (ROSADO, 2012).

Segundo Altieri, Ponti e Nicholls (2007), todas essas estratégias de manejo proporcionam alimento (pólen e néctar) e abrigo para os predadores e vespas, otimizando o processo ecológico-chave no agroecossistema. Entretanto, o conhecimento atual sobre quais são as plantas mais indicadas como fontes de pólen, de néctar, de habitat e de outras necessidades cruciais está longe de ser completo. Claramente, muitas plantas estimulam o desenvolvimento de inimigos naturais, mas

os cientistas têm muito a aprender a respeito de quais plantas estão associadas a quais insetos benéficos, e como e quando ter as plantas desejadas disponíveis.

Logo, o conhecimento das espécies obtido neste estudo pode ser considerado um passo inicial para o conhecimento da mirmecofauna em pomares de pessegueiro, fornecendo subsídios indispensáveis para futuros planos de manejo e conservação, com informações importantes e complementares, das formigas nos agroecossistemas. No entanto, mais estudos de inventariamentos da mirmecofauna devem ser realizados na região e, principalmente, envolvendo os diferentes sistemas de manejo, promovendo a ampliação do conhecimento das formigas em sistema de manejo de base ecológica.

Contudo, o presente estudo mostra que o cultivo de pessegueiro se comporta como o observado em outros agroecossistemas, onde o impacto ocasionado pelo seu estabelecimento promove alterações significativas na comunidade de formigas, devido a redução da disponibilidade de recursos e aumento de espécies competitivas.

3.5 Conclusões

- A riqueza de espécies entre os pomares convencional e orgânico e suas respectivas áreas adjacentes foram semelhantes.
- As espécies de formigas mais associadas ao pomar de pessegueiro com sistema de manejo convencional são *Pheidole* sp.2 e *Wasmannia* sp, enquanto no pomar com sistema de manejo orgânico são *Wasmannia auropunctata* e *Cyphomyrmex rimosus*.
- As espécies predominantes em ambos os sistemas são *Pachycondyla striata*, *Pheidole* sp.1, *Pheidole* sp.4, *Pheidole* sp.5 e *Wasmannia* sp.

Capítulo 2 - Formigas podem contribuir no controle biológico conservativo da mosca-da-fruta sul-americana?

4.1 Introdução

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com 42 milhões de toneladas produzidas. Apesar deste lugar de destaque, o país está no 12º lugar nas exportações devido às perdas no mercado interno, que chegam a 40% (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2008). As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são responsáveis, mundialmente, de acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura), pelo prejuízo de cerca de 1,7 bilhão de dólares por ano, 10% dos quais ocorrem no Brasil (FAO, 2015).

Entre os tefritídeos, o gênero *Anastrepha* é considerado o mais diverso e o mais economicamente relevante nas Américas (MARSARO JUNIOR et al., 2013). O gênero é endêmico do Novo Mundo e restrito aos ambientes tropicais e subtropicais e compreende aproximadamente 235 espécies, divididas em 18 grupos. Destes, 115 espécies já foram reportadas no Brasil (UCHÔA; NICÁCIO, 2010).

Os danos causados pelas moscas-das-frutas se devem principalmente ao fato destas utilizarem os frutos para o desenvolvimento larval. As fêmeas realizam a postura nos frutos e as larvas ao eclodirem alimentam-se da polpa, inviabilizando os frutos para consumo *in natura* e para a industrialização (NAVA; BOTTON, 2010).

As formigas (Hymenoptera, Formicidae) são eficientes forrageadoras e normalmente generalistas, características que fazem com que explorem todos os recursos disponíveis (SMILEY, 1986; OLIVEIRA; PIE, 1998). A maioria das espécies são predadoras e quando essas forrageiam na vegetação podem diminuir as taxas de herbivoria e aumentar o sucesso reprodutivo das plantas (OLIVEIRA; PIE, 1998), e ainda podem desempenhar duplo papel em agroecossistemas, sendo consideradas

como agentes de controle biológico natural de pragas (FERNANDES et al., 1994), ou na relação de mutualismo facultativo com afídeos (Hemiptera, Aphididae), produzindo o “honeydew”, do qual beneficia a população de formigas pela alimentação oriunda desta excreta e como parte desta relação protegem os afídeos de seus inimigos naturais (URBANEJA et al., 2006).

A predação por formigas sobre moscas-das-frutas ocorre quando a larva deixa o fruto para enterrar-se no solo e realizar a pupação (FERNANDES et al., 2012). Essa é forte e indiretamente influenciada por propriedades físicas do solo, devido a larva levar mais tempo para enterrar-se em solos secos, aumentando o tempo em que elas ficam expostas à predação por formigas (ALUJA et al., 2005).

As interações entre as características físicas do solo e a sobrevivência e desenvolvimento de estágios de insetos que vivem no solo, foram estudadas para alguns grupos, tais como lepidópteros noctuídeos (ROACH; CAMBELL, 1983) e coleópteros crisomelídeos (REGNIERE et al., 1981; MARRONE; STEINNER, 1983). Para Bateman (1976), a influência de fatores do solo, tais como tipo de solo e umidade, atuam sobre as pupas de moscas-das-frutas, regulando a profundidade da pupação. Entretanto, esse autor não se refere a influência do nível de compactação do solo.

O objetivo do presente trabalho é analisar a taxa de predação de larvas de *A. fraterculus* por formigas em vista do grau de compactação e umidade do solo em pomar de pessegueiro.

4.2 Materiais e Métodos

Para avaliar a predação de formigas sobre a mosca-das-frutas sul-americana, foram realizados ensaios experimentais em um pomar de pessegueiro com manejo convencional, localizado em uma propriedade na zona rural do município de Morro Redondo, Rio Grande do Sul (31°33'57.38"S; 52°38'41.93"O), localidade situada na região fisiográfica denominada de Serra do Sudeste, a qual apresenta cobertura vegetal natural classificada como área de Formação Pioneira com Influência Fluvial e Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 1992) e clima, de acordo com a classificação climática de Köppen, do tipo Cfa (C: clima temperado quente, com temperatura média do mês mais frio entre 3 e 18° C; f: em nenhum mês a precipitação é inferior à 60 mm;

a: temperatura do mês mais quente é superior à 22° C). Este pomar possui 1 hectare e são cultivadas 500 plantas da cultivar Vanguarda (ciclo médio).

O efeito de plantas espontâneas foi reduzido com auxílio de capina mecânica (roçada com auxílio de trator) e capina química (aplicação de herbicida Glifosato na dosagem de 1mL para cada litro) entre plantas e entre linhas de plantio. Também aplicaram-se os fungicidas Derosol nas flores e Folicur nos frutos verdes. O solo foi adubado na dosagem de 12-0-0-0 com nitrato de cálcio.

O ensaio foi realizado conforme a metodologia descrita por Fernandes et al. (2012), com a randomização de 50 plantas de pessegueiro, delimitando-se uma área de 1 m² (quadrante) sob as copas das plantas selecionadas, e removendo toda a biomassa vegetal no dia anterior ao experimento com o propósito de facilitar a observação e a captura das formigas (Figura 8).



Figura 8 - Delimitação do quadrante sob a copa de pessegueiro para ensaio experimental da predação de formigas sobre larvas de *Anastrepha fraterculus*, em Morro Redondo, RS.

Nestes quadrantes, foram oferecidas três larvas de 3º instar de *A. fraterculus*, obtidas da criação de manutenção em dieta artificial, mantida no laboratório de Biologia de Insetos, localizado no departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPel. As larvas foram liberadas individualmente a uma altura de aproximadamente 30 cm do solo, simulando a saída das larvas do fruto para o solo. Todos os ensaios foram realizados no período de frutificação e colheita da

cultivar de pêssego e no mesmo período do dia (das 7h às 11h da manhã), devido à atividade forrageadora das formigas que, na maioria das vezes é noturna, sofrendo influências dos fatores ambientais, físicos ou mudanças biológicas dentro e fora dos ninhos (LEWIS; POLLARD; DIBLEY, 1974), bem como as alterações climáticas também podem afetar a atividade de forrageamento sendo que a temperatura, seguida de umidade relativa e pressão atmosférica são determinantes na variação diária do ritmo de forrageamento (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Para evitar a morte das larvas no transporte do laboratório até o momento da liberação ao campo seguiu-se recomendação de Thomas (1995), as quais foram mantidas em recipiente coletor com uma pequena quantidade de água destilada para manter a umidade das larvas e inibir a pupação.

Após, registrou-se por 10 minutos, com o auxílio de uma câmera filmadora digital Sony Handcam (modelo HDR-PJ200), acoplada a um tripé, desde o momento da liberação da larva ao que a mesma atingiu o solo, o tempo em que a mesma enterrou-se no solo (TE: tempo de enterramento), se houve predação por formigas e a remoção das larvas, avaliada pelo tempo gasto pelas formigas para removê-la (TR: tempo de remoção da larva), totalizando 500 minutos de gravação. Todas as formigas registradas removendo larvas de *A. fraterculus* foram coletadas ativamente, armazenadas em tubos criogênicos de 12x45 mm, identificadas com etiquetas e transportadas para o Laboratório de Ecologia de Insetos, Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética, da Universidade Federal de Pelotas. Além disso, foram morfotipadas e enviadas ao Prof. Dr. Junir Antonio Lutinski, da Universidade Comunitária de Chapecó (SC), para proceder a identificação das espécies de acordo com chaves propostas por Bolton (1995); Gonçalves (1961); Kempf (1964,1965); Watkins (1976); Della Lucia (1993); Taber (1998); Fernandez (2003); Longino; Fernandez (2007); Wild (2007), com base na classificação proposta por Bolton (2006).

Após cada observação realizada, amostras de solo foram coletadas, na camada de 0,00 a 0,05 m, com o auxílio de anéis volumétricos de 5 cm, armazenadas e seladas com fita crepe em recipiente de lata e transportadas ao Laboratório de Ecologia de Insetos, para análises físicas do solo (EMBRAPA, 2011).

Estas amostras foram analisadas quanto à densidade do solo (Ds) pelo método do anel volumétrico e teor de umidade atual do solo (Umidade gravimétrica, Ug) (EMBRAPA, 2011). A determinação do teor de umidade atual do solo foi realizada com os mesmos anéis volumétricos registrando o peso da amostra com a umidade do

campo, colocando-a em estufa à 110°C por 24h, e calculando-se o quociente da diferença entre massa úmida e massa seca pelo volume da amostra. A Ds foi determinada através da razão da massa seca e volume do anel cilíndrico. Para isto, registrou-se o volume do anel e determinou-se a massa seca da amostra.

4.2.1 Análise dos dados

Utilizou-se análise de regressão múltipla para avaliar o tempo médio de enterramento relacionado com a umidade do solo, compactação do solo e interação entre essas duas variáveis. Adicionalmente, a análise de componentes principais (ACP) foi utilizada com o auxílio do pacote estatístico EstimateS, versão 9.1 (COLWELL, 2014).

4.3 Resultados

Do total de 150 larvas de *A. fraterculus* liberadas ao solo neste experimento, 41 (27%) foram removidas pelas formigas e 42 (28%) enterraram-se. Destas, 59 (39%) não enterraram-se ao solo e nem foram removidas pelas formigas. Além disso, oito larvas (5%) enterraram-se e, logo após, foram removidas pelas formigas.

Ao todo, oito espécies de formigas, dentro de quatro gêneros em duas subfamílias foram registradas removendo larvas de *A. fraterculus*. Os registros da subfamília Myrmicinae corresponderam à três gêneros, sendo estes *Pheidole* (Westwood, 1840), *Pogonomyrmex* (Mayr, 1868) e *Solenopsis* (Westwood, 1840). A subfamília Ponerinae assinalou apenas o gênero *Pachycondyla* (Smith, 1858).

Solenopsis saevissima (Smith, 1855) (Myrmicinae) assinalou 42,86% de remoção das larvas (Tabela 4).

Tabela 4 - Porcentagem de remoção de 49 larvas de *A. fraterculus* por espécies de formigas em pomar de pessegueiro entre 7h e 11h, no município de Morro Redondo, RS, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.

Subfamília	Espécie ou morfoespécie	Taxa de remoção (%)
Myrmicinae	<i>Solenopsis saevissima</i>	42,86
	<i>Pheidole</i> sp. 1	18,37
	<i>Pheidole</i> sp. 5	12,24
	<i>Pheidole</i> sp. 2	10,20
	<i>Pheidole</i> sp. 3	4,09
	<i>Pheidole</i> sp. 4	2,04
	<i>Pogonomyrmex naegelli</i>	4,08
Ponerinae	<i>Pachycondyla striata</i>	6,12

As formigas do gênero *Pheidole* registraram cinco morfoespécies, sendo *Pheidole* sp. 1 assinalada com maior remoção de larvas (18,37%), seguida de *Pheidole* sp. 5 (12,24%), *Pheidole* sp. 2 (10,20%), *Pheidole* sp. 3 (4,08%) e *Pheidole* sp. 4 (2,04%) e *Pogonomyrmex naegelli*, única do gênero, registrou 4,08% de remoção. *Pachycondyla striata*, única formiga da subfamília Ponerinae, removeu 6,12% das larvas oferecidas.

Do total de 500 minutos registrados, as formigas dispenderam em média cerca de 4,44 minutos removendo larvas de *A. fraterculus*. Os indivíduos pertencentes à *Pheidole* sp. 1 registraram 208,44 segundos, o menor tempo médio de remoção (Tabela 5).

Tabela 5 - Média da remoção (em segundos) de larvas de *A. fraterculus* por espécies de formigas em área de pomar de pessegueiro, município de Morro Redondo, RS, no período de out.2014 a fev./2015.

Formiga	min.
<i>Pheidole</i> sp. 1	3,47
<i>Pheidole</i> sp. 2	5,05
<i>Pheidole</i> sp. 3	3,77
<i>Pheidole</i> sp. 4	5,93
<i>Pheidole</i> sp. 5	5,37
<i>Pachycondyla striata</i>	6,43
<i>Pogonomyrmex naegelli</i>	5,75
<i>Solenopsis saevissima</i>	4,03

Além da remoção realizada por apenas uma formiga em algumas espécies (Figura 9A), observou-se o comportamento de recrutamento na remoção pela *S. saevissima* (Figura 9B).

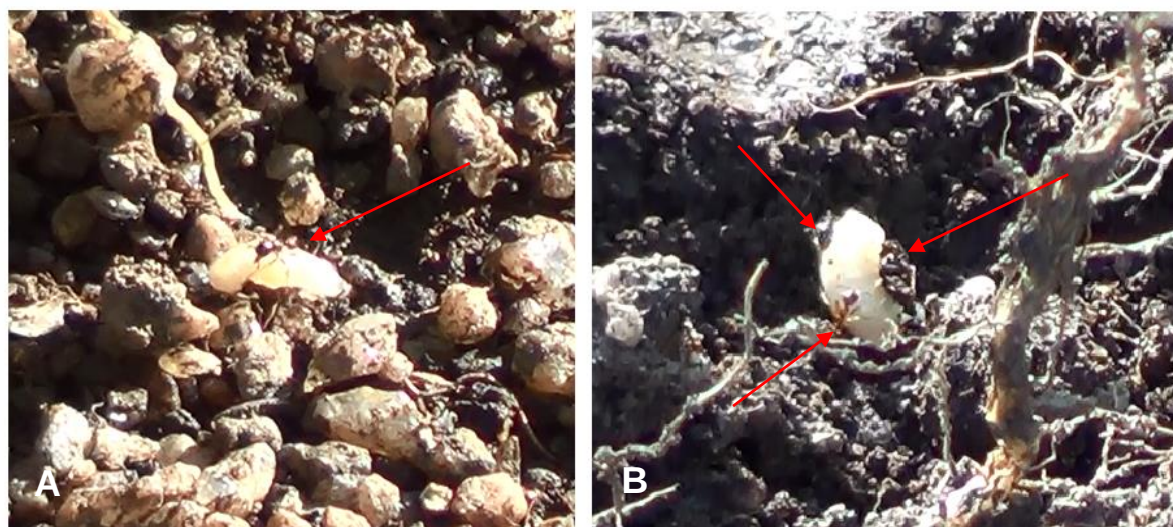


Figura 9 - Remoção de larvas de *A. fraterculus* por *S. saevissima* (A) e comportamento de recrutamento durante a remoção (B) registradas entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015 em pomar de pessegueiro no município de Morro Redondo, RS.

Não houveram diferenças significativas relacionados ao tempo de enterramento das larvas de *A. fraterculus* com a Ds ($p < 0,0342$) (Figura 10).

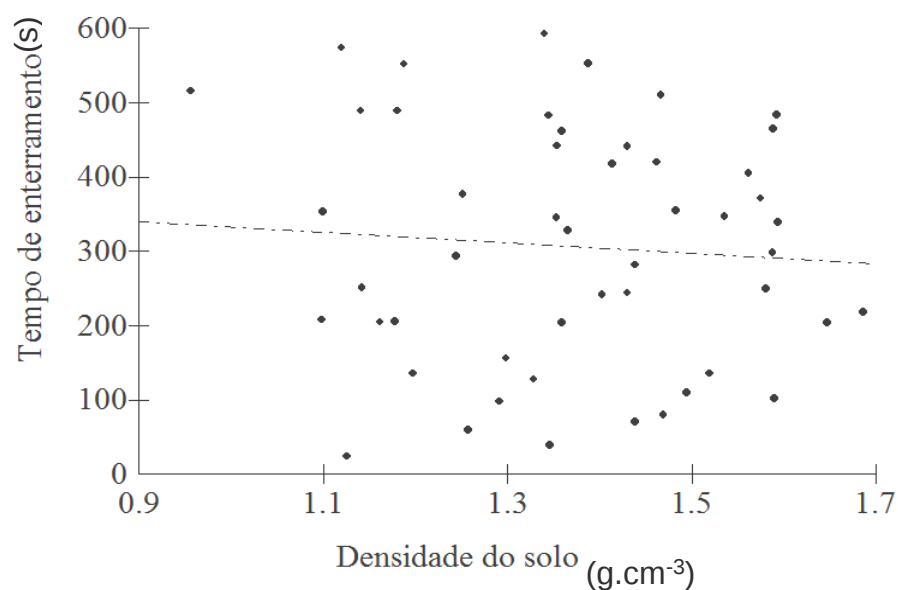


Figura 10 – Regressão linear do Tempo de Enterramento (TE), em segundos, sob ensaio de simulação de saída de larvas de *A. fraterculus* do fruto a uma altura de 30 cm do solo e densidade do solo (Ds) (g.cm^{-3}), em pomar pessegueiro no município de Morro Redondo, RS, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.

Além disso, também não houve significância entre tempo de enterramento e o teor de umidade do solo ($p < 0,0001$) (Figura 11).

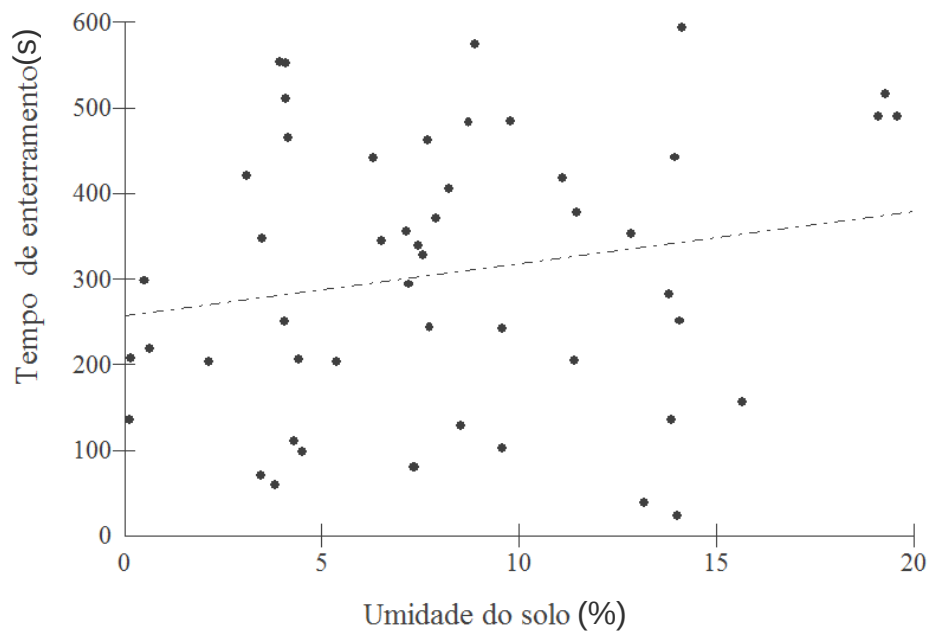


Figura 11 – Regressão linear do Tempo de Enterramento (TE), em segundos, sob ensaio de simulação de saída de larvas de *A. fraterculus* do fruto a uma altura de 30 cm do solo e teor de umidade atual do solo (Ug) (%), em pomar pessegueiro no município de Morro Redondo, RS, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.

Apesar da eficiência das formigas no tempo de remoção das larvas registrado, o componente 1 da ACP, o qual correlacionou TR com a Ds, foi capaz de explicar 58,07% da variabilidade e demonstrou baixa correlação com a densidade (Figura 12).

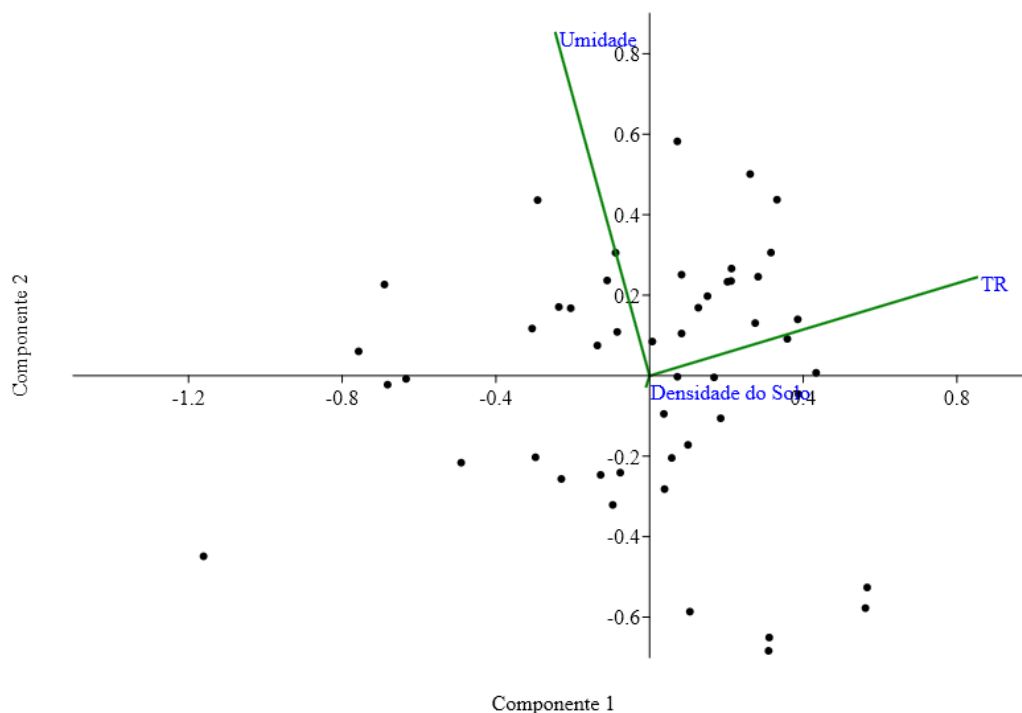


Figura 12 - Análise de componentes principais entre tempo de remoção (TR) de larvas de *A. fraterculus* (Diptera, Tephritidae), densidade (Ds) e umidade (Ug) do solo, em pomar de pessegueiro no município de Morro Redondo, RS, entre outubro de 2014 e fevereiro de 2015.

No entanto, o componente 2 da Análise de Componentes Principais explicou cerca de 41,36% da variação e correlacionou significativamente ($p < 0,09$) o TR com a Ug.

4.4 Discussão

De acordo com Kaspari (2003), muitos gêneros de formigas incluem predadores especializados que se alimentam de um conjunto restrito de artrópodes. Comportamento predatório similar ao registrado nesse estudo foi observado por Radeghieri (2004) em larvas do lepidóptero *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic pela formiga *Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1791) na Itália. Galli e Rampazo (1996) constataram que o número de himenópteros predadores de larvas e pupas de *Anastrepha* sobrepuseram o total de artrópodes predadores coletados, em estudo desenvolvido em pomares de goiabeira (*Psidium guava* L.), representando 88% do total dos predadores amostrados. Thomas (1995) em estudo sobre predadores de

Anastrepha ludens (Macquart, 1846) em pomares cítricos, localizados em três locais de amostragem, dois avaliados no México e um nos Estados Unidos, evidenciaram que formigas geralmente são responsáveis pela maioria dos ataques observados.

As formigas removeram aproximadamente 1/4 das larvas de *A. fraterculus* liberadas no pomar de pessegueiro neste estudo, sendo o resultado encontrado similar ao registrado por Fernandes et al. (2012) em estudo de predação de formigas sobre larvas de *Anastrepha* spp. em pomares de jabuticabeira, goiabeira e mangueira no município de Dourados, Mato Grosso do Sul.

Entre os gêneros de formigas predadoras registrados, *Pheidole* apresentou o maior número de espécies, porém com baixa remoção das larvas. Este dado difere do encontrado por Fernandes et al. (2012), os quais constataram para este gênero 93% na remoção. Entretanto, o gênero *Solenopsis* apresentou apenas a espécie, *S. saevissima*, mostrando o melhor tempo de remoção (aproximadamente 43%) das larvas de *A. fraterculus*.

Galli e Rampazo (1996), em estudo sobre artrópodes de solo destacaram a presença de *Pheidole* e *Solenopsis* como predadores de *Anastrepha*. Hennessey (1997) observou *Solenopsis invicta* (Buren, 1972) predando a mosca-das-frutas-do-Caribe *Anastrepha suspensa* (Loew) em pomares de caramboleira na Flórida.

O ambiente propicia um conjunto de características favorecendo o estabelecimento dessas espécies em áreas com altos níveis de perturbação (SANT'ANA et al., 2008). De acordo com os mesmos autores, a presença dessas formigas associa-se à ampla adaptabilidade a ambientes perturbados somada ao recrutamento maciço no forrageamento que, nos registros deste estudo, corroboram com o observado em *S. saevissima* e *Pheidole* sp. 1, as quais recrutaram indivíduos para remover a larva da mosca.

As estratégias de predação e defesa de organismos estão entre os tópicos mais discutidos em ecologia e evolução (THOMPSON, 1994). Assim, no caso das moscas-das-frutas, principalmente nas pertencentes ao gênero *Anastrepha*, a rápida penetração no solo é a melhor estratégia de prevenção da sua predação (THOMAS, 1995; ALUJA, 2005), sendo as características do solo bem como a habilidade da larva de se enterrar determinantes para a sua sobrevivência (FERNANDES et al., 2012). Neste estudo, as características físicas do solo não foram significativamente importantes para impedir a remoção das larvas pelas formigas (Figura 12). Apesar disso, Salles e Carvalho (1993), em estudo sobre a profundidade da localização do

pupário de *A. fraterculus* em campo com solo compactado relataram que as larvas desta espécie caminham intensamente e se dispersam, atraindo formigas predadoras do gênero *Solenopsis*, corroborando o observado neste estudo.

A predominância dos ataques investidos por formigas em larvas de *A. fraterculus* inferem no viés predatório que formigas podem desempenhar no agroecossistema, funcionando como um agente de controle biológico conservativo, tornando-se um componente interessante em programas de manejo de pragas e chamando a atenção para os benefícios da conservação dessas espécies frente ao uso de métodos de controle combinados que visem a redução de inseticidas bem como ao manejo do solo.

4.5 Conclusão

- Formigas pertencentes aos gêneros *Pachycondyla*, *Pheidole*, *Pogonomyrmex* e *Solenopsis* são predadoras de larvas de *Anastrepha fraterculus*, com destaque para a espécie *Solenopsis saevissima* que contribui como agente de controle biológico conservativo.

CONCLUSÕES GERAIS

- Assembleias de formigas em pomares de pessegueiro apresentam maior riqueza quando associadas ao sistema de manejo convencional.
- As espécies que ocorrem no sistema de manejo convencional são similares ao sistema de manejo orgânico.
- Fragmentos de floresta adjacentes apresentam importância na manutenção na relação os agroecossistemas avaliados.
- *Solenopsis saevissima* apesar de classificada como espécie rara apresenta importância como reguladora de populações de mosca-das-frutas sul-americana em pomares de pessegueiro bem como formigas do gênero *Pheidole* podendo contribuir como agentes de controle biológico conservativo.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2010, anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2010. p. 192-204.
- AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (eds.). **Ants**: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Washington, Biological Diversity Handbook Series, Smithsonian Institution, 2000. 280 p.
- AGOSTI, D.; JOHNSON, N. F. La nueva taxonomía de hormigas, p: 45-48. In: FERNÁNDEZ F, ed. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. XXVI. Bogotá, Colombia, 2003. Cap: 2, 398 p.
- AGOSTI, D.; JOHNSON, N.F. Antbase. Disponível em: <<http://www.antbase.org>>. Acesso em 21 maio 2015.
- ALLEN, W.R.; HAGLEY, A.C. Epigeal arthropods as predators of mature larvae and pupae of the Apple Maggot (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v. 19, n. 2, p. 309-312, 1990.
- ALLEN, R.; THOMPSON, R. G. Faunal composition and seasonal activity of Carabidae (Insecta: Coleoptera) in three different woodland communities in Arkansas. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 70, n. 1, p. 31-34, 1977.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, vol. 39, pp. 155-178, 1994.
- ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; RULL, J.; HODGSON, P.J. Behavior and predation of fruit fly larvae (*Anastrepha* spp.) (Diptera: Tephritidae) after exiting fruit in four types of habitats in tropical Veracruz, Mexico. **Environmental Entomology**, v. 34, n. 6, p. 1507-1516, 2005.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro:PTA/FASE, 1989.
- ALTIERI, M.A.; PONTI, L.; NICHOLLS, M.I. Manejando insetos-praga com a diversificação de plantas. **Agriculturas**, v. 4, n. 1, p. 20-23, 2007.
- ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. **Diseños agroecológicos**: para incrementar la biodiversidade de entomofauna benéfica en agroecosistemas. Colombia: Sociedade Científica Latinoamericana de Agroecologia (SOCLA), 2010. 83p.

ANDERSEN, A.N. Community organization of ants in the Victorian Mallee. **Victorian Naturalist**, v. 101, p. 248-251, 1984.

ANDRADE, T.; MARQUES, G.D.V.; DEL-CLARO, K. Diversity of ground dwelling ants in Cerrado: an analysis of temporal variations and distinctive physiognomies of vegetation (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v.50, p. 121-134, 2007.

AQUINO, A.M.; MENEZES, E.L.A.; QUEIROZ, J.M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (Pitfall-traps). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 8pp. (Embrapa Agrobiologia. **Circular Técnica 18**).

ASSIS, R. L. de; AREZZO, D. C.; ALMEIDA, D. L.; DE-POLLI, H. Aspectos Técnicos da Agricultura Orgânica Fluminense. **Revista Universidade Rural - Série Ciências da Vida**, Seropédica, v.20, n.1-2, p.1-16, 1998.

ASSIS, R.L. de; ROMEIRO, A.R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 1, n. 6, 67-80, jul./dez., 2002.

ASTERAKI, E. J.; HANKS, C.B.; CLEMENTS, R.O. The influence of different types of grassland field margin on carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities. **Agricultural, Ecosystem and Environment**, Amsterdam, v. 54, n. 3, p. 195-202, 1995

BAKER, A.C.; STONE, W.E.; PLUMMER, C.C.; MCPHAIL, M. A review of studies on the Mexican fruit fly and related Mexican species. **USDA Miscellaneous Publications**, v.531, 1944. 155p.

BATEMAN, M.A. Fruit flies, p. 11-49. In: DE LUCCKI, V.L. ed, **Studies in biological control**. New York, Cambridge Univ. Press. 1976.

BAUDRY, J. Effects of landscape structure on biological communities: the case of heterogenous network landscapes. In: BRANDT, J.; AGGER, P. (Eds) **Methodology in landscape ecological research and planning**. Roskilde University Center, Roskilde, Denmark, 1984.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia de indivíduos à ecossistemas**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

BENTLEY, B.L. Extrafloral nectaries and protection by pugnacious bodyguards. **Annual Review of Ecology Systems**, v. 8, p. 407-427, 1977.

BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA, A.I. Parasitoides ou predadores? Vantagens e desvantagens. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. eds. **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo, Manole. 2002. p. 29-41.

BIOTECNOLOGIA. Disponível em: <<http://www.biotechnologia.com.br>> Acesso em 30 jul. 2014.

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

BOLTON, B. **A new general catalogue of the ants of the world**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1995. 504p.

BOLTON, B. **Synopsis and classification of Formicidae**. Gainesville, Florida: The American Entomological Institute, 2003. 370p.

BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P.S.; NASKRECKI, P. **Bolton's Catalogue of Ants of the World**: p.1758–2005. Harvard University Press, Cambridge, MA, 2006 CD-ROM.

BRAGA, D.L. **Respostas da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) ao ecótono eucalipto-floresta secundária em três paisagens de Minas Gerais**. 66f. (Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 24 de dez. 2003. Seção 1, p. 8. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualisar&id=5114> >. Acesso em: 18 jan. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (b). **Instrução Normativa n. 46 de 6 de outubro de 2011**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 23 out. 2008. Seção 1, p. 36 -37. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/LEGISLACAO/PUBLICACOES_DOU/PUBLICACOES_DOU_2008/PUBLICACOES_DOU_OUTUBRO_2008/DO1_2008_10_23MAPA_0.PDF>. Acesso em: 27 de jan 2015.

BROTHERS, D.J.; CARPENTER, J.M. Phylogeny of Aculeata: Chrysidoidea and Vespoidea (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, v.2, p.227-304, 1993.

BROTHERS, D.J. Phylogeny and evolution of wasps, ants and bees (Hymenoptera, Chrysidoidea, Vespoidea and Apoidea). **Zoologic Scripta**, v.28, p.232-249, 1999.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: IICA/MAPA/SPA, 2007. v.7, 102 p.

BUREL, F. Effect of landscape structure and dynamics on species diversity in hedgerow networks. **Landscape Ecology**, v. 6, n. 3, p. 161-174, 1992.

CAETANO, F.H.; JAFFÉ, K.; ZARA, F.J. **Formigas: biologia e anatomia**. Rio Claro, Brasil: Gráfica e editora Topázio, 2002. 131 p.

CALKINS, C. O.; MALAVASI, A. Biology and control of fruit flies (*Anastrepha*) in Tropical and temperate fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 17, p. 36-45, 1995.

CANUTO, J. C. **Agricultura ecológica em Brasil: perspectivas socioecológicas**. 1998. 200f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain, 1998.

CLARK, M.S.; GAGE, S.H.; SPENCE, J.R. Habitats and management associated with common ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Michigan agricultural landscape. **Environmental Entomology**, v. 26, n. 3, p. 519-527, 1997.

CAO, L.; ZHOU, A.; CHEN, R.; ZENG, L.; XU, Y. Predation of the oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* puparia by the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*: role of host olfactory cues and soil depth. **Biocontrol Science and Technology**, v.22, n. 5, p.551-557, 2012.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IIICA, 2004. 24p.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. **Agroecologia**: uma ciência do campo da complexidade. Brasília: Gervásio Paulus, 2009. 111p.

CARROL, C.R.; JANZEN, D.H. Ecology of foraging by ants. **Annual Reviews Ecology Systems**, v. 4, n. 1, p. 231-257, 1973.

CARVALHO, R. S. Metodologia para monitoramento populacional de moscas-dasfrutas em pomares comerciais. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 17 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Circular Técnica 75**).

CERDÁ, X.; DEJEAN, A. Predation by ants on arthropods and other animals. In: POLIDORI, C. **The hymenoptera**: an evolutionary perspective. Kerala: Transworld Research Network, 2011. 245p.

COLWELL, R.K. **Estimate S**: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. Connecticut: University of Connecticut. 2006. Disponível em: <<http://purl.oclc.org/estimates>>. Acesso em: 28 de maio de 2014.

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

COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos do fogo no Cerrado. A precipitação atmosférica de nutrientes minerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 2, n. 2, p. 97-101, 1979.

DAROLT, M.R. **Agricultura organica**: inventando o futuro. IAPAR Editoria, Londrina, 2003, 250 p.

DEJEAN, A.; S. DUROU, S.; OLMSTED, I.; SNELLING, R.R.; ORIVEL, J. Nest site selection by ants in a flooded Mexican mangrove, with special reference to the epiphytic orchid *Myrmecophila christinae*. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, p. 325-331, 2003.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region, p. 1-17. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.T.; SCHULTZ, T.R. (eds.). **Sampling Ground-dwelling Ants: Case studies from the World's Rain Forests**. Perth: Curtin University School of Environmental Biology Bulletin, n. 18, 2000. 75p.

DELLA LUCIA, T.M.C. **As formigas cortadeiras**. Editora Folha da Mata, Viçosa, 1993.

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.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável** – Origens e Perspectivas de um Novo Paradigma. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do pessegueiro. Pelotas, **Sistemas de produção 4**, ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica, Nov. 2005, acesso 19/06/2015.

EMBRAPA. Marco Referencial em Agroecologia. Brasília/DF: Embrapa Informações Tecnológicas. 2006. 70 p.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise do Solo. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, 2011. 230p. (Embrapa Solos, **Documentos 132**).

ENGELBRECHT, R.; HOLZ, G.; PRINGLE, K.L. Occurrence of fruit-decaying fungi on adult male Mediterranean fruit flies (*Ceratitidis capitata*) captured in orchards and adjacent vineyards. **South African Journal for Enology and Viticulture**, v.25, n. 2 p.48-53, 2004.

ESKAFI, F.M.; KOLBE, M.M. Predation on larval and pupal *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) by the ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) and others predators in Guatemala. **Environmental Entomology**, v. 19, n. 1, p. 148-153, 1990.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, R. C.; KERSTEN, E. Fruticultura: fundamentos e prática. Pelotas: Embrapa, 2008. Disponível em: <www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticulturafundamentospratica/index.htm> Acesso em: 30 mar. 2015.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Peaches and Nectarines Production**. Statistical Databases. 2015. Acessado em: 09 de maio de 2015.

FEIDEN, A.; ALMEIDA, D.L. de; VITOI, V.; ASSIS, R.L. de. Processo de conversão de sistemas de produção convencionais para sistema de produção orgânicos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v.19, n.2, p.179-204, maio/ago. 2002.

FERNANDEZ, F.; PALACIO, E.E. **Sistemática y Filogenia de las hormigas: breve repaso a propuestas**. In: FERNANDEZ, F. (ed.). Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 2003, 398p.

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* (Col., Curculionidae), in Southeast Brazil. **Journal of Applied Entomology**, v. 118, n. 4-5, p.437-441, 1994.

- FERNANDES, W.D.; SANT'ANA, M.V.; RAIZER, J.; LANGE, D. Predation of fruit fly larvae *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) by ants in grove. **Psyche**, v. 2012, n. 1, p.1-7, 2012.
- FLOREN, A. Arboreal ants as key predators in tropical lowland rainforest trees. **Oecologia**, v. 131, p. 137-144, 2002.
- FOWLER, H.G. Relative representation of *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae) in local ground ant assemblages of the Americas. **Anales de Biología**, v. 9, p. 29-37, 1993.
- FOWLER, H.G. Hormigas como depredadoras de larvas y pupas de los Curculionídeos, *Conotrachelus myrciariae* y *Conotrachelus psidii*: dos plagas de guayaba y la jabuticaba. **Turrialba**, San José, Costa Rica, v. 38, n. 4, p. 278-280, 1988.
- GALLI, J.C.; RAMPAZZO, E.F. Enemigos naturales predadores de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) capturados con trampas de suelo em huertos de *Psidium guajava* L. **Boletín de sanidade vegetal. Plagas**, v. 22, p. 297-300, 1996.
- GARCIA, F.R.M.; CORSEUIL, E. Análise faunística de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 15, n. 4, p.1111-1117, 1998.
- GARCIA, F.R.M.; LARA, D.B. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar cítrico no município de Dionísio Cerqueira, Santa Catarina. **Biotemas**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 65-70, 2006.
- GARCIA, F.R.M. Fruit fly: Biological and ecological aspects. In: BANDEIRA, R.R. (Org.) **Current Trends in Fruit Flies Control on Perennial Crops and Research Prospects**. Kerala: Transworld Research Network, 2009. pp. 1-35.
- GARCIA, F.R.M.; RICALDE, M.P. Augmentative biological control using parasitoids for fruit fly management in Brazil. **Insects**. v.4, n. 1, p.55-70, 2013.
- GARCIA, F.R.M. **Zoologia agrícola: manejo ecológico de pragas**. Porto Alegre: Rigel, 2014. 256 p.
- GASTON, K.J. The magnitude of global insect species richness. **Conservation Biology**, v. 5, n. 3, p. 283-296, 1991.
- GASTON, K.J.; GAULD, I.D.; HANSON, P. The size and composition of the hymenopteran fauna of Costa Rica. **Journal of Biogeography**, v. 23, n. 1, p. 105-113, 1996.
- GILLER, K.E.; BEARE, M.H.; LAVELLE, P.; IZAC, A.M.N.; SWIFT, M.J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. **Applied Soil Ecology**, v. 6, n. 1, p. 3-16, ago. 1997.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Editora UFRGS. Porto Alegre. Brasil. 2005. 653 p.
- GOMERO, L. Hacia la sustentabilidad de los monocultivos. **Boletín de ILEIA**, Lima, v.16, n.4, p. 4-5, 2001.

GONÇALVES, C.R. O Gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hym. Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 4, fas. 1-4, 113-180, outubro, 1961.

GUSMÃO, L.G.; LOECK, A.E. Distribuição geográfica de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) na zona sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, p. 64-67, jan.-abril, 1999.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.; RYAN, P. PAST: Paleontological Statistics software for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** v.4, n.1, p.1-9, 2001.

HARTER, W. R.; GRUTZMACHER, A. D.; NAVA, D. E.; 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**, v.45, n. 3, p.229-235, 2010.

HENNESSEY, M.K. Predation on wandering larvae and pupae of Caribbean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Guava and Carambola Grove Soils. **Journal of Agricultural Entomology**, v.14, n. 2, p. 129-138, 1997.

HILTY, J.; MERENLENDER, A. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. **Biological Conservation**, v. 92, p. 185-197, 2000.

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

HOLB, I.J.; DREMÁKB, P.; BITSKEY, K.; GONDAB, I. Yield response, pest damage and fruit quality parameters of scab-resistant and scab-susceptible apple cultivars in integrated and organic production systems. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 145, p. 109-117, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação Brasileira. Série manuais técnicos em geociências. nº 1. Rio de Janeiro, 1992. 92p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Lavoura Permanente. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rs&tema=lavourapermanente2013>>. Acessado em: 09 de maio de 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Dados: Lavoura permanente 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rs&tema=lavourapermanente2013>>. Acesso em: 16 maio 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=tec=1613>>. Acesso em: 16 maio 2015.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Produção Brasileira de Frutas 2009**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Producao%20Brasileira%20de%20Frutas%202009%20-%20Final.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2015.

JAFFÉ, K. **El mundo de las hormigas** Universidad Simon Bolivar, Baruta, F. do Miranda, 1993. 183p.

JIGGINS, C.; MAJERUS, M.; GOUGH, U. Ant defense of colonies of *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), against predation by ladybird. **British Journal of Entomology And Natural History**, v. 6, n.1, p. 129-138, 1993.

KAPOOR, V.C. **Indian Fruit Flies**. Oxford & IBH Pub. Co., New Dehl, India, 1993. 1-228 pp.

KAPOS, V.; WANDELLI, E.; CAMARGO, J.L.; GANADE, G. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. In: LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. (Ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. London: The University of Chicago, 1997. p. 33-44.

KASPARI, M. **Introducción a la ecología de las hormigas**. Introducción a las hormigas de la región neotropical. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, p. 97-112, 2003.

KASPARI, M.; MAJER, J.D. Using Ants to Monitor Environmental Change, p. 89–98. In: Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.E. & Schultz, T.R. (eds.). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington, Biological Diversity Handbook Series, Smithsonian Institution, 2000. 280 p.

KEMPF, W.W. A revision of the Neotropical fungus-growing ants of the genus *Cyphomyrmex rimosus* Mayr. Part I: Group of *strigatus* Mayr. **Studia Entomologica**, v.7, p.1-44, 1964.

KEMPF, W.W. A revision of the Neotropical fungus-growing ants of the genus *Cyphomyrmex rimosus* Mayr. Part II: Group of *rimosus* (Spinola) (Hym., Formicidae). **Studia Entomologica**, v.8, p.161-200, 1965.

KEMPF, W.W. Catálogo abreviado das formigas da Região Neotropical (Hym. Formicidae). **Studia Entomologica**, v. 15, n. 1, p. 449-464, 1972.

KESKE, C.; GONÇALVES, P. A. S.; KESKE, G. Incidência de pragas e doenças e qualidade de frutos ensacados de pessegueiros da cultivar Douradão em sistema de produção orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 216-223, 2010.

KOVALESKI, A., R. L. SUGAYAMA & A. MALAVASI. Controle químico em macieiras, p. 135-141. In: A. Malavasi & R. A. Zucchi (Ed.), **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. 325 p.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Manejo de pragas na produção integrada de maçãs. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 2003. 10 p.

LEWIS, O.T.; POLLARD, G.V.; DIBLEY, G.C. Micro-environmental factors affecting diel patterns of foraging in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Formicidae: Attini). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 143-153, 1974.

LOBRY DE BRUYN, A. Ant composition and activity in naturally vegetated and farmland environments on contrasting soil at Kellerberin, Western Australia. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 1043-1056, 1993.

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

LOECK, A. E.; GRÜTZMACHER, D.D. Ocorrência de formigas cortadeiras nas principais regiões agropecuárias do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 2, p.129-133, 2001.

LONGINO, J.T. The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. **Zootaxa**, v. 151, n.1, p. 1-150, 2003.

LONGINO, J.T.; FERNANDEZ, F. Taxonomic review of the genus *Wasmannia*. In: SNELLING, R.R.; FISHER, B.L.; WARD P.S. (org). **Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae)**: homage to E. O. Wilson - 50 years of contributions. *Memoirs of the American Entomological Institute*, v.80, p.271-289, 2007.

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

LUTINSKI, J.A.; LUTINSKI, C.J.; LOPES, B.C.; MORAIS, A.B.B. Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em quatro ambientes com diferentes níveis de perturbação antrópica. **Ecología Austral**, v. 24, n. 1, p. 229-237, 2014.

MADAIL, J.C.M.; RASEIRA, M.C.B. Aspectos da produção e mercado do pêssego no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. pp. 1-14. (Embrapa Clima Temperado. **Circular Técnica 80**)

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A.; SUGAYAMA, R.L. Biogeografia. In: MALAVASI, A., ZUCHHI, R.A., Eds. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. pp. 93-98.

MARRONE, P.G.; STEINER, R.E. Effects of soil physical factors on egg survival of the bean leaf beetle, *Ceratoma trifurcata* (Forster) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Environmental Entomology**, v. 12, n. 1, p. 673-679. 1983.

MARICONI, F.A.M. **As saúvas**. Ed. Agronômica Ceres, 1970. 167p.

MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, 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. 31, n. 2, p. 187-195, 2002.

MARSARO JUNIOR, A.L.; DEUS, E.G.; RONCHI-TELES, B.; ADAIME, R.; SILVA JUNIOR, R.J. Species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) captured in a guava orchard (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) in Boa Vista, Roraima, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4, p. 879-886, 2013.

MCGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biology Review**, v. 73, n. 2, p. 181-201, 1998.

MELO, G.A.R.; AGUIAR, A.P.; GARCETE-BARRETT, B.R. Hymenoptera. In: RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. 810p.

MORAES, R.C.B.; HADDAD, M.L.; SILVEIRA NETO, S. Software para análise estatística – AnaFau. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO. **Resumos...** São Pedro, 2003. p. 195.

MORAIS, R.M. de; BARCELLOS, A.; REDAELLI, L.R. Insetos predadores em copas de *Citrus sinensis* (Rutaceae) sob manejo orgânico no sul do Brasil. **Ilheringia**, v. 96, n. 4, p. 419-424, 2006.

NARAYANAN, E.S.; CHAWLA, S.S. Parasite of fruit fly pests of the world with brief notes on their bionomics, habitats and distribution. **Beitrage Entomologie**, v. 12, n. (3/4), p. 437-476, 1962.

NAVA, D.E.; BOTTON, M. Bioecologia e Controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. pp. 1-29. (Embrapa Clima Temperado. **Documentos 315**).

NEUENSCHWANDER, P.; BIGLER, F.; DELUCCHI, V.; MICHELAKIS, S. Natural enemies of preimaginal stages of *Dacus oleae* Gmel. (Diptera, Tephritidae) in Western Crete. I. Bionomics and phenologies. **Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri**, v. 40, n. 1, p. 3-32, 1983.

NEWMARK, W.D. Tanzanian forest edge microclimatic gradients: dynamic patterns. **Biotropica**, St. Louis, v. 33, n. 1, p. 2-11, 2001.

OLIVER, I.; BEATTIE, A.J. Invertebrate morphospecies as surrogates for species: A case study. **Conservation Biology**, v.10, n. 1, p. 99-109, 1996.

OLIVEIRA, P. S.; PIE, M. R. Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in cerrado vegetation. **Anais da sociedade Entomológica do Brasil**, v. 272, n. 2, p.161-176, 1998.

PADOVAN, M. P. Bases para a conversão de sistemas de produção convencionais para agroecológicos. In: PADOVAN, M. P. (Ed.) **Conversão de Sistemas de Produção Convencionais para Agroecológicos**: Novos Rumos à Agricultura Familiar. Dourados-MS: Edição do Autor, v. 1, p. 37-50, 2006.

PEMBERTON, C; WILLARD, H. A contribution to the biology of fruit fly parasites in Hawaii. **Journal of Agricultural Research**, v.15, n. 8, p. 419-465, 1918.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. **Conservation Biology**, v. 16, n. 1, p. 174-182. 2002.

PFIFFNER, L.; LUKA, H. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 78, n. 3, p. 215-222, 2000.

PIMENTA, L.B.; ARAÚJO, M.S.; LIMA, R.; SILVA, J.M.S.; NAVES, V.G.O. Dinâmica de forrageamento e caracterização de colônias de *Acromyrmex balzani* (EMERY, 1890) (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de cerrado goiano. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 1, n. 9, fev. 2007. Disponível em: <http://www.revista.inf.br/florestal09/pages/artigos/ARTIGO_05.pdf>. Acesso em 21 maio 2015.

PRATT, S.C. Ecology and behavior of *Gnamptogenys horni* (Formicidae: Ponerinae). **Insectes Sociaux**, v. 41, n. 1, p. 225-262, 1994.

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

RADEGHIRI, P. *Cameraria ohridella* (Lepidoptera Gracillariidae) predation by *Crematogaster scutellaris* (Hymenoptera Formicidae) in Northern Italy (Preliminary note). **Bulletin of Insectology**, v. 57, n. 1, p. 63-64, 2004.

RADFORD, B.J.; KEY, A.J.; ROBERTSON, L.N.; THOMAS, G.A. Conservation tillage increases soil water storage, soil animal populations, grain yield and response to fertiliser in the semi-arid tropics. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v. 35, p. 223-232, 1995.

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

RANDO, J.S.S.; FORTI, L.C. Ocorrência de formigas *Acromyrmex* Mayr, 1865, em alguns municípios do Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 129-133, 2005.

REGNIERE, J.; RABB, R.L.; STEINER, R.E. *Popilia japonica*: effect of soil moisture and texture on survival and development of eggs and first instar grubs. **Environmental Entomology**, v. 10, n. 5, p. 654-660. 1981.

REIMER, N.J.; COPE, M.L.; YASUDA, G. Interference of *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) with biological control of *Coccis viridis* (Homoptera: Coccidae) in coffee. **Environmental Entomology**, v. 22, n. 2, p. 483-488, 1993.

REIS FILHO, W. Controle químico da mosca-das-frutas - *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 16, n. 1, p. 64-69, 1994.

RICKLEFS, R.E.; MILLER, G.L. **Ecology**. New York, W.H. Freeman and Company. 1999. 822p.

ROACH, S.H. CAMPBELL, R.B. Effects of soil compaction on bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) moth emergence. **Environmental Entomology**, v. 12, n. 6, p. 1883-1886. 1983.

ROHDE, C.; MOINO JÚNIOR, A.; SILVA, P.K.; RAMALHO, K.R.O. Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). **Agricultural Entomology**, v. 80, n. 4, p. 407-415, 2013.

ROSADO, J.L.O. **Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) associada aos cultivos de videira na Região da Campanha no Estado do Rio Grande do Sul**. Tese. 76f. Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

ROSADO, J.L.O.; GONÇALVES, M.G.; DRÖSE, W.; SILVA, E.J.E.; KRÜGER, R.F.; FEITOSA, R.M.; LOECK, A.E. Epigeic ants (Hymenoptera: Formicidae) in vineyards and grasslands areas in the Campanha region, state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Checklist**, v. 8, n. 6, p. 1184-1189, 2012.

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, Setembro 2004.

SAKAGAMI, S.F.; LAROCA, S. Relative abundance, phenology and flower visits of apid bees in eastern Paraná, Southern Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Kontyû**, v. 39, n. 3, p. 217-230, 1971.

SALLES, L.A.B. Mosca-das-frutas, *Anastrepha fraterculus* (Wied.): bioecologia e controle. Pelotas, Embrapa CNPFT, 1991. 16p. (Embrapa Clima Temperado. **Documentos 41**).

SALLES, L. A. B. Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana. Pelotas, Embrapa-CPACT, 1995. 58 p.

SALLES, L.A.B. Ocorrência precoce da mosca das frutas em ameixas. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 349-350, 1999.

SALLES, L.A.B.; RECH, N.L. Efeito de extratos de nim (*Azadiractha indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.3, p.225-227. set-dez, 1999.

SALLES, L. A. B. Principais pragas e seu controle, p. 205-242. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. **A Cultura do Pessegueiro**. Brasília, Embrapa-SPI , Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998. 350 p.

SALLES, L.A.B.; CARVALHO, F.L.C. Profundidade da localização da pupária de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera, Tephritidae) em diferentes condições de solo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 22, n. 2, p. 299-305, 1993.

SALLES, L.A.B.; KOVALESKI, A. Mosca-das-frutas em macieira e pessegueiro no Rio Grande do Sul. **Hortisul**, v.1, p.5-9, 1990.

SANT'ANA, D.O.; OLIVEIRA-COSTA, J. CELINO, T.B.; AZEVEDO, A.P. Lesões *post-mortem* produzidas por formigas necrófagas. In: II Congresso Militar de Criminalística, Rio de Janeiro. **Anais do II Congresso Militar de Criminalística**, 2008.

SANTOS, F. P.; CHALUB-MARTINS, L. Agroecologia, consumo sustentável e aprendizado coletivo no Brasil. **Educação e Pesquisa**. [online]. 2012, vol.38, n.2, pp. 469-484, 2012.

SHARKEY, M.J. Phylogeny and Classification of Hymenoptera. **Zootaxa**, v. 1668, p. 521-548, 29 Nov. 2007.

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.

SILVA, I.M.; GOMES, J.B.P.; BINOTTO, E.; RUVIARO, C.F. Sistemas agroecológicos como proposta de produção sustentável: um estudo de caso na Chácara Dourados. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. V. 30, n. 2, p. 187-203, 2013.

SILVEIRA NETO, S.; MONTEIRO, R.C.; ZUCCHI, R.A.; MORAES, R.C.B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 1, p. 9-15, 1995.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; D. BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R. **Grupo funcionales de hormigas: el caso de los gremios del cerrado**. Introducción a las hormigas de la región neotropical. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, p. 113-148, 2003.

SMILEY, J. Ant constancy at *Passiflora* extrafloral nectaries: effects on caterpillar survival. *Ecology*. v. 67, n. 2, p. 516-521, 1986.

SOARES, I.M.F.; SANTOS, A.A.; GOMES, D.; DELABIE, J.H.C.; CASTRO, I.F. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em uma "ilha" de floresta Ombrófila Serrana em região da Caatinga (BA, Brasil). **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 25, n. 2, p. 197-204, 2003.

SOBRINHO, T.G.; SCHOEREDER, J.H. Edge and shape effects on ant (Hymenoptera: Formicidae) species richness and composition in forest fragments landscapes. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 16, n. 1, p. 1459-1470, 2007.

SOUZA, J.L.; GARCIA, R.D.C. Custos e rentabilidade na produção de hortaliças orgânicas e convencionais no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.1, p.11-24, 2013.

STEVENS, S.M.; HUSBAND, T.P. The influence of edge on small mammals: evidence from Brazilian Atlantic forest fragments. **Biological Conservation**, Oxford, v. 85, n. 1-2, p. 1-8, 1998.

STIBICK, J.N.L. **Natural enemies of true fruit flies (Tephritidae)**. United States Department of Agriculture Animal and Plant Health Inspection service Plant Protection and Quarantine, 2004.

STORK, N.E. The composition of the arthropod fauna of Bornean lowland rainforest trees. **Journal of Tropical Ecology**, v. 7, n. 2, p. 161-180, 1991.

STÜPP, J.J.; ROSA, E.F.E. da; AMARANTE, C.V.T.; MAFRA, A.L.; CAMPOS, M.L. Composição mineral, sanidade e qualidade de maçãs em pomares convencionais e

orgânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 230-239, mar. 2015.

STUTZ, S.; ENTLING, M.H. Effects of the landscape context on aphid-ant-predator interactions on cherry trees. **Biological Control**, v. 57, n. 1, p. 37-43, 2011.

SZINWELSKI, N.; YOTOKO, K.S.; SOLAR, R.; SELEME, L.R.; SPERBER, C.F. Ethanol fuel improves pitfall traps through rapid sinking and death of captured orthopterans. **Environment Entomology**, v. 4, n. 4, p. 758-762, 2013

TABER, S.W. **The world of the harvester ants**. Texas: Texas A & M University Press, College Station. 1998, xvii + 213p.

THOMAS, D.B. Predation on the soil inhabiting stages of the Mexican fruit fly. **Southwestern Entomologist**, v. 20, n. 1, p. 61-71, 1995.

THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. **Documentos**, 57).

THOMAZINI, M.J.; THOMAZINI, A.P.B.W. Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no sudeste acreano. Rio Branco: Embrapa Acre, 2002. 41p. (Embrapa Acre. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 35).

THOMPSON, J.N. **The Coevolutionary Process**, University of Chicago Press, Chicago, Ill, USA, 1994.

THOMPSON, J.N. Conserving interaction biodiversity. In: PICKETT, S.T.A.; OSTFELD, R.S.; SHACHAK, M.; LIKENS, G.E. (eds). **The Ecological Basis of Conservation: Heterogeneity, Ecosystems and Biodiversity**, Chapman & Hall, New York, NY, USA, 1997. pp. 285-293.

UCHÔA, M.A.; NICÁCIO, J.N. New records of Neotropical fruit flies (Tephritidae), lance flies (Lonchaeidae) (Diptera: Tephritoidea) and their hosts plants in the South Pantanal and adjacent areas, Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 103, n. 5, p. 723-733, 2010.

ULYSSEÁ, M.A.; CERETO, C.E.; ROSUMEK, F.B.; SILVA, R.R.; LOPES, B.C. Updated list of ant species (Hymenoptera, Formicidae) recorded in Santa Catarina State, southern Brazil, with a discussion of research advances and priorities. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 1, p. 603-611, 2011.

UNDERWOOD, E.C.; FISCHER, B.L. The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how. **Biological Conservation**, v. 132, n. 2, p. 166-182, 2006.

URBANEJA, A.; GARCÍA MARÍ, F.; TORTOSA, D.; NAVARRO, C.; VANACLOCHA, P.; BARGUES, L.; CASTAÑERA, P. Influence of ground predators on the survival of the Mediterranean fruit fly pupae, *Ceratitis capitata*, in Spanish citrus orchards. **Biocontrol**, v. 51, n. 1, p. 611-626, 2006.

VAN MELE, P.; VAYSSIÈRES, J-F.; ADANDONON, A.; SINZOGAN, A. Ant cues affect the oviposition behavior of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Africa. **Physiological Entomology**, v. 34, n. 1, p. 256-261, 2009.

VAN MELE, P.; VAYSSIÈRES, J-F.; TELLINGEN, E.V.; VROLIJKS, J. 2007. Effects of an African Weaver Ant, *Oecophylla longinoda*, in controlling mango fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Benin. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n.3, p. 695-701, 2007.

VASCONCELLOS, H.L.; CHERRETT, J.M. Efeitos da herbivoria pela saúva *Atta laevigata* Fr. Smith sobre a regeneração de plantas lenhosas em área agrícola abandonada da Amazônia Central. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. eds. **Floresta Amazônica: dinâmica, recuperação e manejo**. Manaus, INPA, 1998. p. 171-178.

ZANANDREA, I.; RASEIRA, M.C.B. SANTOS, J. dos; SILVA, J.B. da. Receptividade do estigma e desenvolvimento do tubo polínico em flores de pessegueiro submetidas à temperatura elevada. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, p. 2066-2072, 2011.

ZART, M. BOTTON, M.; FERNANDES, O.A. Injúrias causadas por mosca-das-frutas sul-americana em cultivares de videira. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.1, p.64-71, 2011.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2000. 327p.

ZUCCHI, R. A. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Brazil. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/fruitflies/>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

WATKINS, JF. **The identification and distribution of New World army ants (Dorylinae: Formicidae)**. Waco, Texas: Markham Press Fund of Baylor University Press. 1976. 102p.

WEBER, N.A. Fungus ants. In: HERMANN, H.R. ed. **Social Insects**. New York: Academic, 1982. p. 255-363.

WILD, A.L. Taxonomic revision of the ant genus *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae). **The University of California Publications in Entomology**, v.126, p.1-159, 2007.

WILSON, E.O. **Pheidole in the new world: a dominant, hyperdiverse ant genus**. Harvard University Press. Harvard University. USA, 2003. 794p.

WILSON, E.O. Which are the most prevalent ant genera? **Studia Entomologica**, v. 19, n. 1, p. 187-200, 1976.

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

WHARTON, R.A. Subfamily Opiinae. In: **Manual of the New World genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)**; WHARTON, R.A.; MARSH, P.M.; SHARKEY, M.J. Eds.; Allen Press: Lawrence, KS, USA, 1997. pp. 379-395.

WONG, T.T.Y.; MCINNIS, D.O.; NISHIMOTO, J.I.; OTA, A.K.; CHANG, V.C.S. Predation of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) by the Argentine ant (Hymenoptera: Formicidae) in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v. 77, n. 6, p. 1454-1458, 1984.

WONG, M.A.; WONG, T.T.Y. Predation of the Mediterranean Fruit Fly and the Oriental Fruit Fly (Diptera; Tephritidae) by the fire ant (Hymenoptera; Formicidae) in Hawaii. **Proceedings Hawaiian Entomological Society**, v. 28, n. 1, p. 169-177, 1988.