

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DIVERSIDADE E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE  
ÁCAROS EDÁFICOS EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA E  
TRÊS CULTIVOS AGRÍCOLAS, NO VALE DO SÃO  
FRANCISCO (PERNAMBUCO), COM ÊNFASE NOS  
GAMASINA (MESOSTIGMATA)**

**Aline Finotti Torris**

**Engenheira Agrônoma**

**2019**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DIVERSIDADE E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE  
ÁCAROS EDÁFICOS EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA E  
TRÊS CULTIVOS AGRÍCOLAS, NO VALE DO SÃO  
FRANCISCO (PERNAMBUCO), COM ÊNFASE NOS  
GAMASINA (MESOSTIGMATA)**

**Aline Finotti Torris**

**Orientador: Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho**

**Coorientador: Dr. Tiago Cardoso da Costa Lima**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola).

Torris, Aline Finotti

T697d      Diversidade e flutuação populacional de ácaros edáficos em um fragmento de Caatinga e três cultivos agrícolas, no Vale do São Francisco (Pernambuco), com ênfase nos Gamasina (Mesostigmata) / Aline Finotti Torris. -- Jaboticabal, 2019

51 p. + 1 CD-ROM

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Raphael de Campos Castilho

Coorientador: Tiago Cardoso da Costa Lima

1. Diversidade. 2. Taxonomia. 3. Ecologia. 4. Ácaros edáficos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** DIVERSIDADE E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ÁCAROS EDÁFICOS EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA E TRÊS CULTIVOS AGRÍCOLAS, NO VALE DO SÃO FRANCISCO (PERNAMBUCO), COM ÊNFASE NOS GAMASINA (MESOSTIGMATA)

**AUTORA:** ALINE FINOTTI TORRIS

**ORIENTADOR:** RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO

**COORIENTADOR:** TIAGO CARDOSO DA COSTA LIMA


Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO  
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Dra. LETÍCIA HENRIQUE DE AZEVEDO  
Departamento de Entomologia e Acarologia-ESALQ/USP / Piracicaba/SP



Prof. Dr. DANIEL JUNIOR DE ANDRADE  
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de fevereiro de 2019

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Aline Finotti Torris, nascida em São Bernardo do Campo, São Paulo, em vinte de agosto de 1992. Graduada em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, câmpus Petrolina Zona Rural, em 2017. Durante a Graduação foi bolsista CNPq em 2013/2014 e 2015/2016. Em 2014/2015 foi bolsista pelo Programa Institucional de Bolsas de Extensões (Pibex). Em 2016 realizou estágio curricular e extracurricular na Embrapa Semiárido, no Laboratório de Entomologia, sob orientação do Pesquisador Dr. Tiago Cardoso da Costa Lima. Em 2017 iniciou o Mestrado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), câmpus de Jaboticabal/SP, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), sob orientação do Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho.

“If you want to assert a truth, first make sure it's not just an opinion that you desperately want to be true.”

(Neil deGrasse Tyson)

## **DEDICO**

Aos meus pais, que sempre me deram o apoio necessário.  
Ao meu irmão, pelas palavras fortalecedoras. Dedico esse  
trabalho aos meus avós José e Edemir (in memoriam), com  
todo amor do mundo e gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) e ao Departamento de Fitossanidade da FCAV-UNESP câmpus de Jaboticabal, por tornar possível o título de Mestre;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos;

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido), pelo auxílio na realização desse trabalho;

Ao Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho pela orientação durante o Mestrado. Obrigado pela paciência, conselhos e amizade;

Ao Dr. Tiago Cardoso da Costa Lima pelo incentivo, supervisão e suporte durante a realização do experimento. Obrigada pela amizade;

Aos funcionários do Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido pelo apoio logístico necessário para a realização deste trabalho;

Ao meu amigo Emiliano Brandão de Azevedo, por todo apoio e ensinamento durante o Mestrado;

A minha grande amiga Kelly Cristina Gonçalves. Obrigada pelos momentos de descontração e pelas palavras de apoio nos momentos que mais precisei.

A todos meus amigos, que de alguma forma me fortaleceram em inúmeros momentos.



## SUMÁRIO

RESUMO .....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.1. Referências.....	3
CAPÍTULO 2 - DIVERSIDADE DE ÁCAROS EDÁFICOS, COM ÊNFASE NOS GAMASINA (MESOSTIGMATA), EM CULTIVOS AGRÍCOLAS E NA VEGETAÇÃO NATURAL DE CAATINGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO (PERNAMBUCO).....	7
2.1. Introdução.....	8
2.2. Material e métodos .....	9
2.2.1. Áreas de estudo.....	9
2.2.1.3. Cultivo de uva.....	11
2.2.1.4. Cultivo de cebola .....	12
2.2.2. Procedimento de coleta e identificação dos ácaros .....	13
2.2.3. Análise Estatística .....	14
2.2.3.1. Índices de diversidade .....	14
2.2.4.2. Análise multivariada de Cluster .....	15
2.3. Resultados e discussão .....	15
2.4 Referências.....	23
CAPÍTULO 3 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E ANÁLISE FAUNÍSTICA DE ÁCAROS EDÁFICOS, COM ÊNFASE NOS GAMASINA (MESOSTIGMATA), EM CULTIVOS AGRÍCOLAS E NA VEGETAÇÃO NATURAL DE CAATINGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO (PERNAMBUCO) .....	28
3.1. Introdução.....	29
3.2. Material e métodos .....	30
3.2.1. Área de coleta, manejo dos cultivos e dados climáticos .....	30
3.2.2. Coleta das amostras e extração .....	30
3.2.3. Triagem e identificação.....	31
3.2.4. Análise Estatística .....	31
3.2.4.1. Flutuação populacional.....	31
3.2.4.2. Análise faunística .....	32
3.3. Resultados e discussão .....	32
3.4. Referências.....	38

## DIVERSIDADE E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ÁCAROS EDÁFICOS EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA E TRÊS CULTIVOS AGRÍCOLAS, NO VALE DO SÃO FRANCISCO (PERNAMBUCO), COM ÊNFASE NOS GAMASINA (MESOSTIGMATA)

**RESUMO** - As pesquisas sobre a acarofauna edáfica nos diversos biomas do território brasileiro são incipientes, sendo que em algumas localidades não se têm estudos, como no estado de Pernambuco. Um dos grupos mais encontrados em ambiente edáfico é o Gamasina (Mesostigmata), conhecidos pelo potencial como inimigos naturais de diversas pragas e parasitos. O objetivo do presente estudo foi determinar a diversidade e flutuação populacional de ácaros edáficos, com ênfase nos Gamasina, de uma região de Caatinga no Vale do São Francisco (Petrolina-PE), comparando a diversidade, distribuição e abundância desses organismos em solos de mata nativa e de cultivos de manga, uva e cebola. Amostras de solo foram coletadas mensalmente durante um ano, em quatro áreas diferentes da Caatinga: uma mata de vegetação natural, um cultivo de manga, um cultivo de uva e um cultivo de cebola. Em cada uma dessas áreas foram escolhidos 16 pontos amostrais aleatoriamente. Em cada ponto foi recolhida uma amostra de solo (0-5 cm de profundidade). Os Gamasina encontrados foram divididos em morfoespécies e identificados, sempre que possível, até o nível de espécie. Durante todo o estudo foram coletados 1.151 ácaros (adultos e imaturos) de 10 famílias de Gamasina. No total de famílias encontradas, foram identificados 18 gêneros e 30 morfoespécies de Gamasina, sendo duas destas novas para a ciência. As espécies mais abundantes foram *Multidentorhodacarus squamosus* e *Protogamasellus mica*. Do total de ácaros coletados, cerca de 47% foram encontrados na área com cultivo de uva, 43% no cultivo de manga, 8% no cultivo de cebola e apenas cerca de 2% na mata nativa. A maior abundância observada em uva e manga provavelmente está relacionada a umidade que advém dos sistemas de irrigação usados nestes cultivos. A baixa diversidade e abundância de Gamasina coletados no cultivo de cebola pode ser devido a exposição do solo e a intensificação do cultivo. A falta de frequência de chuva e o baixo volume de precipitação influenciaram negativamente as espécies presentes na vegetação natural. Os resultados desse trabalho podem ser base de estudos futuros para o uso aplicado de ácaros predadores edáficos no controle de pragas em cultivos no semiárido brasileiro. Além disso, esse é o primeiro trabalho realizado sobre a diversidade de ácaros edáficos do estado de Pernambuco.

**Palavras-chave:** ácaros edáficos, taxonomia, ecologia.

## DIVERSITY AND POPULATIONAL FLUCTUATION OF EDAPHIC MITES IN A FRAGMENT OF CAATINGA AND THREE AGRICULTURAL CROPS, IN THE SÃO FRANCISCO VALLEY (PERNAMBUCO), WITH EMPHASIS IN THE GAMASINE (MESOSTIGMATA)

**ABSTRACT** – The researches about edaphic acarofauna in different biomes of the Brazilian territory are incipient, being that in some localities, as Pernambuco State, there are no studies. One of the groups most found in edaphic environment is Gamasina (Mesostigmata), known for their potential as natural enemies of various pests and parasites. The objective of the present study was to determine the diversity and population fluctuation of edaphic mites, with emphasis on the Gamasina, from a Caatinga region in the São Francisco Valley (Petrolina-PE), comparing diversity, distribution and abundance of these organisms in soils of native forest, mango, grape and onion crops. Soil samples were collected monthly during one year in four different selected areas in the Caatinga: a natural forest vegetation, a mango cultivation, a grape cultivation and an onion cultivation. In each one of these areas, 16 randomly sample points were selected. At each point a soil sample (0-5 cm depth) was collected. The Gamasina found were divided into morphospecies and identified, where possible, up to the species level. Throughout the study, 1151 mites (adult and immature) were collected from 10 families of Gamasina. In the total of families found, 18 genera and 30 morphospecies of Gamasina were identified, two of which were new to science. The most abundant species were *Multidentorhodacarus squamosus* and *Protogamasellus mica*. Of the total number of mites collected, about 47% were found in the area with grape cultivation, 43% in mango cultivation, 8% in onion cultivation and only about 2% in the native forest vegetation. The greater abundance in grape and mango cultivation may be related to the moisture from irrigated systems used. The low diversity and abundance of Gamasina collected in onion cultivation may be due to soil exposure and crop intensification. Lack of rainfall frequency and low precipitation influenced negatively the species present in the natural vegetation. The results of this work may be basis of further studies for the applied use of edaphic predator mites in pest control in crops. In addition, this is the first research done related to the mite edaphic fauna of Pernambuco State.

**Keywords:** edaphic mites, taxonomy, ecology.

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O bioma Caatinga ocupa cerca de 10% do território brasileiro, podendo ser encontrado nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e uma pequena porção nos estados de Minas Gerais e Maranhão (IBGE, 2019). Em Pernambuco, a Caatinga representa 83% do território estadual (IBGE, 2019). Uma importante área de bioma Caatinga é o Vale do São Francisco, que é a região drenada pelo rio São Francisco e seus afluentes.

Na área agrícola, a sub-região que contempla as cidades de Petrolina (Pernambuco) e Juazeiro (Bahia) é a que mais se destaca no Vale do São Francisco, principalmente pelo acentuado aumento das fronteiras agrícolas e desenvolvimento tecnológico. O avanço de fronteiras agrícolas, em especial fruticultura e olericultura irrigada, provoca uma transformação na Caatinga, com uma conseqüente diminuição de áreas nativas. Essa transformação de ambientes naturais em cultivos agrícolas, com uma importante ação antrópica, também influencia a biodiversidade dos ambientes, incluindo os solos e os ácaros edáficos.

No solo, os ácaros podem ser os organismos mais abundantes da mesofauna, representando um percentual de 50% dos indivíduos (Plowman, 1979; Adis et al., 1987; Adis, 1988). Dentre os grupos de ácaros encontrados no solo, geralmente os mais abundantes são os indivíduos da subordem Oribatida (Ordem Sarcopitiformes), conhecidos principalmente por atuarem na decomposição da matéria orgânica (Minor & Cianciolo, 2007).

A ordem Mesostigmata geralmente é o segundo grupo de ácaros mais abundante no solo. Os indivíduos pertencentes a este grupo possuem o hábito alimentar variado e importante papel na teia alimentar de diversos sistemas. Dentre os Mesostigmata, o grupo Gamasina é compreendido principalmente por predadores, com determinadas espécies deste grupo sendo utilizadas no controle de pragas e parasitos (Carrillo et al., 2015).

Devido ao potencial de predação, os ácaros Gamasina são os mais conhecidos e estudados, destacando as espécies da família Phytoseiidae, que

ocorrem em maior abundância na parte aérea das plantas e que podem ser encontrados no solo (McMurtry et al., 2015). No solo, a diversidade de famílias de Gamasina é maior, podendo ser encontradas diversas espécies com potencial no controle de pragas e parasitos (Castilho et al., 2015).

Dentre as famílias de Gamasina que ocorrem no solo, podemos destacar algumas espécies de Laelapidae (Castilho et al., 2009b; Moreira & Moraes, 2015) e Macrochelidae (Azevedo et al., 2015). Na Europa, as espécies de Laelapidae [*Gaeolaelaps aculeifer* (Canestrini), *Stratiolaelaps miles* (Berlese) e *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley)] e Macrochelidae [*Macrocheles robustulus* (Berlese)] são comercializadas para o controle de larvas de moscas Sciaridae (“fungus gnat”) que, exceto pela fase adulta, desenvolvem-se no solo, atacando raízes de diversas plantas em produções de casa de vegetação, além de pupas ou pré-pupas de tripes, que também podem ocorrer no solo (Van Lenteren, 2012). *Pergamasus quisquiliarum* (Canestrini) (Mesostigmata: Parasitidae) é outra espécie comercializada na Europa para o controle de pragas da Classe Symphyla (Van Lenteren, 2012). No Brasil, *S. scimitus* é a única espécie de ácaro de solo, sendo comercializada para o controle de moscas Sciaridae (Castilho et al., 2017).

Outros grupos de ácaros predadores edáficos Gamasina apresentam potencial como predadores de organismos de importância agrícola, tais como Ascidae, Blattisociidae e Melicharidae (Gerson et al., 2003; Britto et al., 2012; Moraes et al., 2015), Parasitidae (Gerson et al., 2003; Castilho et al., 2015) e Rhodacaroidea (Castilho et al., 2009a, 2015). Há diversos relatos de ácaros Gamasina, como Ascidae, Blattisociidae e Melicharidae, Laelapidae, Macrochelidae, Parasitidae e Rhodacaroidea predando ovos e larvas de moscas, ácaros fitófagos, tripes, nematoides, ovos e larvas de *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), dentre outros (Castilho et al., 2009a, 2009b; Hoy, 2011; Britto et al., 2012; Castilho et al. 2015; Moraes et al., 2015; Moreira & Moraes, 2015; Moreira et al., 2015; Azevedo et al., 2015; Azevedo et al., 2018).

O principal problema é que apesar da fauna edáfica de ácaros predadores Mesostigmata ser abundante e muito diversa, esta ainda é muito pouco conhecida no Brasil e no mundo. No Brasil, as informações sobre a acarofauna edáfica dos Gamasina nos distintos biomas do Brasil são incipientes, incluindo a Caatinga,

sendo os estudos restringidos a alguns estados do país, como Alagoas (Duarte, 2013; Santos, 2013; Santos et al., 2015), Rio Grande do Sul (Duarte et al., 2016) e principalmente São Paulo (Mineiro & Moraes, 2001; Silva et al., 2004; Castilho & Moraes, 2010; Castilho et al., 2010, 2012; Moreira et al., 2014; Santos et al., 2015; Azevedo et al., 2017). Além disso, os estudos realizados no Brasil em relação a acarofauna edáfica foram mais explorados em sistemas naturais do que em cultivos agrícolas.

Na Caatinga, na região do Vale do São Francisco (Pernambuco), importante pólo da fruticultura, não há nenhum trabalho de levantamento populacional de ácaros predadores edáficos. A determinação da diversidade de ácaros predadores no local, incluindo áreas agrícolas e áreas com mata nativa, pode permitir também uma futura seleção destes para a utilização no controle biológico, principalmente em áreas de Caatinga. O conhecimento de variáveis que afetam a diversidade e abundância dos ácaros em uma determinada região, como a influência do clima e o manejo realizado em diferentes cultivos agrícolas, também podem auxiliar na seleção de ácaros predadores.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi determinar a diversidade e a flutuação populacional de ácaros edáficos, com ênfase nos Gamasina, de uma região de Caatinga no Vale do São Francisco (Petrolina/PE), comparando a diversidade, distribuição e abundância desses organismos em solos de mata nativa e de cultivos de manga, uva e cebola.

## 1.1. REFERÊNCIAS

Adis, J. (1988). On the abundance and diversity of terrestrial arthropods in Central Amazonian dryland forests. **Journal of Tropical Ecology**, 4, 19–24.

Adis, J.; Morais, J.W.; Mesquita, H.G. (1987). Vertical distribution and abundance of arthropods in the soil of a neotropical secondary forest during the rainy season. **Studies on Neotropical Fauna & Environment**, 22, 189–197.

Azevedo, L.H.; Castilho, R.C.; Berto, M.M.; Moraes, G.J. (2017). Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) from São Paulo state, Brazil, with description of a new species of *Macrocheles*. **Zootaxa**, 4269, 413-426.

Azevedo, L.H.; Emberson, R.M.; Esteca, F.C.N.; Moraes, G.J. (2015). Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida, Springer. pp. 103–132.

Azevedo, L.H.; Ferreira, M.P.; Castilho, R.C.; Cançado, P.H.D.; Moraes, G.J. (2018). Potential of *Macrocheles* species (Acari: Mesostigmata: Macrochelidae) as control agents of harmful flies (Diptera) and biology of *Macrocheles embersoni* Azevedo, Castilho and Berto on *Stomoxys calcitrans* (L.) and *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). **Biological Control**, 123, 1–8.

Britto, E.P.J.; Gago, E.; Moraes, G.J. (2012). How promising is *Lasioseius floridensis* as a control agent of *Polyphagotarsonemus latus*? **Experimental and Applied Acarology**, 56, 221–231.

Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (2015). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida, Springer, 328 p.

Castilho, R.C.; Moraes, G.J. (2010). Rhodacaridae mites (Acari: Mesostigmata: Rhodacaridae) from the State of São Paulo, Brazil, with descriptions of a new genus and three new species. **International Journal of Acarology**, 36, 387–398.

Castilho, R.C.; Moraes, G.J.; Narita, J.P.Z. (2010). A new species of *Gamasiphis* (Acari: Ologamasidae) from Brazil, with a key to species from the Neotropical Region. **Zootaxa**, 2452, 31–43.

Castilho, R.C.; Junqueira, B.R.; Azevedo, E.B.; Prado, T.J. (2017). Prospecção de ácaros predadores edáficos para uso no controle biológico. In: Castilho, R.C.; Barilli, D.R.; Truzzi, C.C. **Tópicos em Entomologia Agrícola- X**. Multipress, Jaboticabal. pp. 245–259.

Castilho, R.C.; Narita, J.P.Z.; Moraes, G.J. (2012). Three new species of *Gamasiphis* (Acari: Mesostigmata: Ologamasidae) from Brazil, with complementary information about *Gamasiphis plenosestosus* Karg and a key to the world species of the genus. **Journal of Natural History**, 46, 1969–1998.

Castilho, R.C.; Venancio, R.; Narita, J.P.Z. (2015). Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaridae and Parasitidae. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida, Springer. pp. 1–31.

Castilho, R.C.; Moraes, G.J.; Silva, E.S.; Silva, L.O. (2009a). Predation potential and biology of *Protogamasellopsis zaheri* Wisniewski & Hirschmann (Acari: Rhodacaridae). **Biological Control**, 48, 164–167.

Castilho, R.C.; Moraes, G.J.; Silva, E.S.; Freire, R.A.P.; Eira, F.C. (2009b). The predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* as a control agent of the fungus gnat

*Bradysia matogrossensis* in commercial production of the mushroom *Agaricus bisporus*. **International Journal of Pest Management**, 53, 181–185.

Duarte, M.E. (2013). **Acarofauna plantícola e edáfica da cultura da cana-de-açúcar e de cabotã, em área de Mata Atlântica no Estado de Alagoas, Brasil**. 97 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo/AL.

Duarte, A.F.; Castilho, R.C.; Cunha, U.S.; Moraes, G.J. (2016). A new species of *Binodacarus* (Acari: Mesostigmata: Rhodacaridae), with a new characterization of the genus. **Systematic and Applied Acarology**, 21, 1194–1201.

Gerson, U.; Smiley, R.L.; Ochoa, R. (2003). **Mites (Acari) for pest control**. Oxford, Blackwell Science. 539 p.

Hoy, M.A. (2011). **Agricultural Acarology - Introduction to Integrated Mite Management**. Gainesville, CRC Press. 410 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. <http://ibge.gov.br> (Acessado em 03.01.19).

McMurtry, J.A.; Sourassou, N.F.; Demite, P.R. (2015). The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer. pp. 133–149.

Mineiro, J.L.C.; Moraes, G.J. (2001). Gamasida (Arachnida: Acari) edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, 30, 379–385.

Minor, M.A.; Cianciolo, J.M. (2007). Diversity of soil mites (Acari: Oribatida, Mesostigmata) along a gradient of land use types in New York. **Applied Soil Ecology**, 35, 140–153.

Moraes, G.J.; Venancio, R.; Santos, V.L.V.; Paschoal, A.D. (2015). Potential of Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents of pest organisms. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer. pp. 33–75.

Moreira, G.F.; Moraes, G.J. (2015). The potential of free-living laelapid mites (Mesostigmata: Laelapidae) as biological control agents. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida, Springer. pp. 77–102.

Moreira, G.F.; Klompen, H.; Moraes, G.J. (2014). Redefinition of *Cosmolaelaps* Berlese (Acari: Laelapidae) and description of five new species from Brazil. **Zootaxa**, 3764, 317–346.



Moreira, G.F.; Morais, M.R.; Busoli, A.C.; Moraes, G.J. (2015). Life cycle of *Cosmolaelaps jaboticabalensis* (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and two factitious food sources. **Experimental & Applied Acarology**, 65, 219–226.

Plowman, K.P. (1979). Litter and soil fauna of two Australian subtropical forest. **Journal of Animal Ecology**, 4, 47–104.

Santos, J.C. (2013). **Ácaros (Arthropoda: Acari) edáficos do estado de Alagoas, com ênfase nos Mesostigmata**. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Santos, J.C.; Castilho, R.C.; Silva, E.S.; Moraes, G.J. (2015). Two new species of *Rykellus* (Acari: Mesostigmata: Ologamasidae) from Brazil and a key to the world species of the genus. **Zootaxa**, 3926, 111–121.

Silva, E.S.; Moraes, G.J.; Krantz, G.W. (2004). Diversity of edaphic rhodacaroid mites (Acari: Mesostigmata: Rhodacaroidea) in natural ecosystems in the State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, 33, 547–555.

Van Lenteren, J.C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, 57, 1–20.

## **CAPÍTULO 2 - DIVERSIDADE DE ÁCAROS EDÁFICOS, COM ÊNFASE NOS GAMASINA (MESOSTIGMATA), EM CULTIVOS AGRÍCOLAS E NA VEGETAÇÃO NATURAL DE CAATINGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO (PERNAMBUCO)**

**Resumo** – O conhecimento da diversidade de ácaros edáficos ainda é incipiente em cultivos agrícolas do Brasil. Os estudos de diversidade em agroecossistemas são necessários, já que nestas áreas as populações edáficas estão sob o efeito de fatores antrópicos e podem ser afetadas por isso. Além disso, os estudos de diversidade são a base para prospecção de ácaros predadores para serem utilizados no controle biológico aplicado. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi conhecer a diversidade dos principais grupos de Gamasina (Mesostigmata) edáficos presentes na vegetação natural de Caatinga e em três áreas de cultivo agrícola (manga, uva e cebola) em uma área do Vale do São Francisco, no estado de Pernambuco. Amostras de solo foram coletadas mensalmente, durante um ano. Em cada uma dessas áreas foram escolhidos aleatoriamente 16 pontos amostrais. Em cada ponto foi recolhida uma amostra de solo (0-5 cm de profundidade). O material extraído foi triado e os ácaros Gamasina foram divididos em morfoespécies e identificados, sempre que possível, até o nível de espécie. Durante todo o estudo foram coletados 1.151 ácaros (adultos e imaturos), de 10 famílias de Gamasina. No total de famílias encontradas, foram identificados 18 gêneros e 30 morfoespécies de Gamasina, sendo duas destas novas para a ciência. As espécies mais abundantes foram *Multidentorhodacarus squamosus* e *Protogamasellus mica*. Espera-se que os resultados deste estudo sejam a base para estudos futuros de controle biológico com ácaros predadores.

**Palavras-chave:** ácaros predadores, controle biológico, taxonomia de ácaros.

## 2.1. INTRODUÇÃO

No Brasil, uma importante área do bioma Caatinga é encontrada no Vale do São Francisco, região drenada pelo rio São Francisco e seus afluentes. Na área agrícola, a sub-região que contempla as cidades de Petrolina (Pernambuco) e Juazeiro (Bahia) é a que mais se destaca no Vale do São Francisco, principalmente pelo acentuado aumento das fronteiras agrícolas e desenvolvimento tecnológico.

O avanço da agricultura na região vem modificando a vegetação nativa da Caatinga, principalmente com o aumento das áreas de fruticultura e olericultura irrigada. Com isso, a hipótese é que a implantação de cultivos agrícolas e a consequente redução da vegetação nativa provoca uma transformação na diversidade de organismos que ocorrem no ambiente edáfico. Esta transformação é provocada pelo aumento da intensidade de práticas agrícolas (revolvimento do solo, irrigação, adubação, etc), causando impacto sobre os organismos de solo (Van Straalen, 1998; Schowalter et al., 2003). Porém, para a Caatinga estes fatores são apenas hipóteses, pela ausência de estudos.

No solo, os ácaros podem ser os organismos mais abundantes da mesofauna, representando até 50% dos indivíduos encontrados (Plowman, 1979; Adis, 1988; Carvalho, 2014). Dentre os ácaros edáficos, espécies da ordem Mesostigmata estão entre as mais diversas e abundantes (Lindquist et al., 2009). Várias espécies do grupo Gamasina (Mesostigmata) têm sido relatadas como importantes predadores de nematoides, colêmbolos, ácaros e larvas de insetos (Castilho et al., 2015; Azevedo et al., 2015; Moraes et al., 2015; Moreira & Moraes, 2015).

A utilização prática de ácaros predadores edáficos Gamasina no controle de pragas ainda é muito baixa. A falta de conhecimento da diversidade destes é uma das principais causas pelo pouco uso. No Brasil, as informações sobre a acarofauna edáfica nos distintos biomas do Brasil são incipientes, e nas diversas áreas do território brasileiro ainda não se tem estudos sob a diversidade de ácaros Mesostigmata, incluindo no Vale do São Francisco.

A falta de conhecimento do efeito de cultivos agrícolas sobre os ácaros predadores edáficos é um outro problema que acarreta um baixo uso destes. Para o sucesso desses organismos como agentes de controle biológico no Brasil, os resultados de pesquisas básicas poderão complementar o conhecimento já existente sob esses indivíduos, além de dar suporte no manejo integrado de pragas em diferentes cultivos.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi determinar a diversidade de ácaros edáficos, com ênfase nos Gamasina, em vegetação natural e em cultivos de manga, uva e cebola, em uma região de Caatinga no Vale do São Francisco (Petrolina/PE).

## **2.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1. Áreas de estudo**

As coletas foram realizadas no Vale do São Francisco, em Petrolina/PE, bioma Caatinga, em um cultivo de uva (-9°08'88"S, -40°31'41"W), um cultivo de manga (-9°13'91"S, -40°31'20"W), um cultivo de cebola (-9°13'95"S, -40°31'08"W), além de mata nativa (-9°04'65"S, -40°32'13"W).

O tipo de solo das áreas de coleta é Latossolo Vermelho Amarelo, de textura arenosa (Santos et al., 2013). O clima predominante na região é o BSwh', segundo a classificação Köppen (1936); clima semiárido quente com temperaturas médias anuais elevadas e precipitação média anual de 512 mm. O município de Petrolina/PE está situado a uma altitude de 380 metros acima do nível do mar.

Os elementos meteorológicos utilizados nesse trabalho foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo da área de Agrometeorologia da Estação Automática do Campo Experimental Bebedouro da Embrapa Semiárido, Petrolina/PE. A Estação Meteorológica Bebedouro é equipada com um sistema de rádio-modem para transmissão dos dados médios armazenados a cada 30 minutos na estação base localizada na Embrapa Semiárido. Posteriormente, esses dados são analisados e sistematizados para disponibilização ao público no site da Embrapa Semiárido.

### 2.2.1.1. Área de Mata Nativa

A área de vegetação nativa (Figura 1) está localizada na região do Vale do São Francisco, situada na sede da Embrapa Semiárido, com cerca de 2.067 hectares, no qual este se encontra em estado de preservação desde a década de 70.



**Figura 1.** Área de mata nativa no bioma Caatinga em (A) período de seca e (B) período de chuva – Petrolina/PE.

### 2.2.1.2. Cultivo de manga

O cultivo de manga tinha um total de 2,82 ha, da variedade Tommy Atkins (Figura 2), com espaçamento entre plantas de 10 x 5 m, com ciclo de produção de aproximadamente doze meses. A área possuía um sistema de irrigação do tipo micro aspersão.

Os tratos culturais conduzidos na área durante o período das coletas foram a aplicação de nitrato de potássio (30 kg/ha) e Ethrel (300 ml/ha), um regulador de crescimento do grupo etileno que tem como objetivo induzir o florescimento uniforme e antecipado na cultura, associado a redução da quantidade de água da irrigação.



**Figura 2.** Cultivo de manga Tommy Atkins – Petrolina/PE.

Durante a expansão de panícula e floração plena (julho/agosto 2017) foram aplicados os inseticidas espinetoram (130 g/ha), lambda-cialotrina (1.000 mL/ha), indoxacarb (200 g/ha) e lufenuron + profenofós (1000 ml/ha) para o controle de tripses, moscas, lagartas e percevejos. O uso de thiophanatemethyl (1,5 l/ha) foi realizado para o controle de fungos como míldio [*Peronospora manshurica* (Naumov) Syd.] e oídio [*Uncinula necator* (Schweinf.) Burrill]. Na fase de “chumbinho/ervilha”, em setembro de 2017, foi aplicado abamectina (1.000 mL/ha) e hexythiazox (30 g/ha) para controle de ácaros das famílias Tetranychidae e Eriophyidae.

### **2.2.1.3. Cultivo de uva**

O cultivo de uva tinha um total de 2,06 ha, da variedade Crimson Sweet (Figura 3), cultivada em forma latada, espaçamento entre videiras de 3 x 3,5 m, com ciclo de produção de aproximadamente 123 dias. A área possuía um sistema de irrigação do tipo micro aspersão.



**Figura 3.** Cultivo de uva Crimson Sweet – Petrolina/PE.

Em julho de 2017 e janeiro de 2018 foi aplicado giberelina na fase de alongamento de cacho (0,5 ppm) e em crescimento de baga (0,7 ppm). Em junho e dezembro de 2017 foi aplicado abamectina para o controle do ácaro-rajado [*Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae)] (1000 ml/ha) e Cimoxantil + Mancozebe (2,5 kg/ha) para o controle de míldio [*Plasmopara viticola* (Berk. & M.A. Curtis) Berl. & De Toni].

Durante o estudo foi possível acompanhar duas safras, onde as colheitas foram realizadas em setembro de 2017 e fevereiro de 2018. As podas de formação foram realizadas nos meses de outubro de 2017 e março de 2018. Todo o conteúdo vegetativo proveniente da poda foi deixado nas linhas e entre linhas da área.

#### **2.2.1.4. Cultivo de cebola**

O cultivo de cebola tinha um total de 0,25 ha, da variedade BRS Alfa São Francisco (Figura 4), espaçamento entre plantas de 0,10 x 0,10 m, com ciclo de produção de aproximadamente 150 dias. A área possuía um sistema de irrigação por gotejamento.



**Figura 4.** Cultivo de cebola BRS Alfa São Francisco – Petrolina/PE.

Em julho e novembro de 2017, foi realizado o preparo mecanizado do solo para a implantação do cultivo de cebola, sendo a desagregação do solo feita através da gradagem. Para a adubação de fundação foram utilizados como fonte de nutrientes: ureia (45% de N), superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (57,8% de K<sub>2</sub>O). O solo permaneceu sem nenhum tipo de cobertura durante todo o estudo. Os tratos culturais e fitossanitários foram os comuns para a cultura da cebola. Foi aplicado Espinetoram (80-200 g/ha) para o controle de mosca-minadora (*Liriomiza* sp.) e tripses (*Thrips* sp.).

### **2.2.2. Procedimento de coleta e identificação dos ácaros**

As coletas de solo foram realizadas uma vez por mês, durante um ano (julho de 2017 a junho de 2018). Em cada mês, em cada uma das áreas foram coletadas 16 amostras da superfície do solo (0-5 cm), próximo às raízes das plantas, com cilindros de polietileno (9 cm x 5 cm em diâmetro externo e altura, respectivamente). Cada amostra, juntamente com o cilindro de polietileno, foi inserida em um saco plástico, sendo este colocado em uma caixa de poliestireno fria (mantida entre 12 a 21°C) e transportada para o Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido, Petrolina/PE.

No laboratório, as amostras de solo foram colocadas em equipamentos do tipo Berlese-Tullgren modificado (Oliveira et al., 2001) para a extração dos ácaros. A extração foi realizada ao longo de um período de sete dias, período no qual a



voltagem das lâmpadas foi aumentada diariamente até a temperatura na unidade de extração atingir cerca de 50°C.

Após triagem dos ácaros, os Gamasina extraídos foram montados em meio de Hoyer, e os ácaros de outros subgrupos foram identificados até o nível de ordem ou subordem, contabilizados e separados em frascos com álcool (70%). Os exemplares de Gamasina encontrados foram divididos em morfoespécies sob microscópio óptico de contraste de fases, e identificados até família através de Lindquist et al. (2009). Em seguida, as fêmeas adultas foram identificadas até o nível de gênero, com o auxílio das chaves dicotômicas disponibilizadas no “Treinamento em reconhecimentos de ácaros Mesostigmata de importância agrícola (Phytoseiidae, Ascidae *sensu lato*, Laelapidae, Rhodacaroidea, Macrochelidae, Parasitidae e Ameroseiidae)”, realizado na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP). A identificação até espécie, quando realizada, foi feita examinando-se as descrições originais e as redescrições das espécies, em acervo disponível na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Os ácaros examinados neste estudo foram depositados na Coleção de Referência de Insetos e Ácaros do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP.

### **2.2.3. Análise Estatística**

#### **2.2.3.1. Índices de diversidade**

Para obter a riqueza de espécies foi contabilizado o número de espécies em cada área de coleta. Os índices de diversidades Shannon-Weaver:  $H = -\sum p_i \log(p_i)$ , onde  $p_i$  é a proporção de espécies  $i$ ,  $S$  é o número de espécies e  $b$  é a base do logaritmo (Hill, 1973) e Simpson  $D = 1/\sum(p_i)^2$  (Magurran, 1988) foram estimados utilizando o pacote “Vegan” do programa RGui 3.4.0. (R Development Core Team, 2018). Os gráficos foram feitos utilizando o programa SigmaPlot 10.

### 2.2.4.2. Análise multivariada de Cluster

Para a análise de grupos foram levados em consideração a abundância e as espécies em cada ambiente de coleta. Na análise foi utilizado o pacote Rcmdr (R Commander). Os dados foram padronizados para que a abundância de espécie não pudesse arbitrariamente afetar no grau de semelhança entre os locais. Além disso, a padronização faz com que os atributos contribuam com o mesmo peso no cálculo do coeficiente de semelhança entre os diferentes ambientes.

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 3.600 ácaros foram coletados nos cultivos de manga, uva, cebola e na vegetação natural entre julho de 2017 e junho de 2018. Somando-se todas as áreas, o grupo de ácaros com maior abundância foi Oribatida (Sarcoptiformes), seguido de Gamasina, Astigmatina (Sarcoptiformes) e Trombidiformes (Tabela 1).

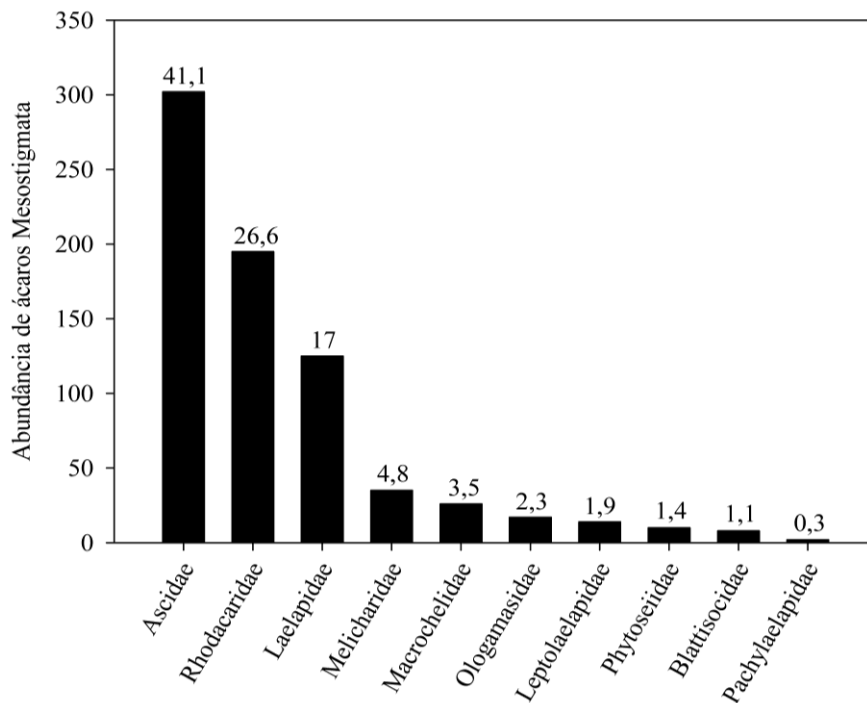
**Tabela 1.** Abundância de ácaros (imaturos e adultos) em amostras de solo de vegetação natural e cultivos de manga, uva e cebola, separados por ordens, subordens ou coortes – Petrolina/PE, entre julho 2017 e junho 2018.

Ordem/Subordem/Coorte	vegetação							
	natural		manga		uva		cebola	
	total	%	total	%	total	%	total	%
Gamasina (Mesostigmata)	19	16	501	53	543	22	88	69
Oribatida (Sarcoptiformes)	51	43	337	36	1650	68	4	3
Trombidiformes	45	38	48	5	62	3	30	24
Astigmatina (Sarcoptiformes)	5	3	52	6	160	7	5	4
<b>Total</b>	120	100	938	100	2415	100	127	100

Ao levar em consideração apenas os cultivos de manga e cebola, os Gamasina foram mais abundantes. Este resultado difere de outros estudos, em que os ácaros oribatídeos foram mais abundantes em todos os sistemas coletados, incluindo cultivos agrícolas (Minor & Cianciolo, 2006; Santos, 2013; Bedano et al., 2016; Azevedo, 2017; Junqueira, 2017).

Os cultivos de manga e cebola receberam tratamentos culturais, como por exemplo, aplicação de produtos químicos (cultivo de manga) e gradagem (cultivo de cebola), o que pode influenciar na maior abundância de Gamasina em relação aos Oribatida. Ácaros Oribatida, conhecidos principalmente por serem cicladores de matéria orgânica, já foram relatados como mais sensíveis aos tratamentos culturais (Clapperton et al., 2002; Bedano et al., 2006).

Durante todo o estudo foram coletados 1.151 ácaros (adultos e imaturos), de 10 famílias de Gamasina, em todas as áreas de coleta (Figura 5). A família mais abundante foi Ascidae, seguida de Rhodacaridae e Laelapidae. As outras famílias representaram menos de 5% do total de ácaros encontrados. Espécies destas famílias estão sempre entre as mais encontradas em solos do Brasil, incluindo cultivos agrícolas (Mineiro & Moraes, 2001; Silva et al., 2004; Santos, 2013; Azevedo, 2017; Junqueira, 2017).



**Figura 5.** Abundância (■) e proporção (%) de indivíduos das famílias de Gamasina (Mesostigmata) edáficos coletados na vegetação natural e em cultivos de manga, uva e cebola – Petrolina/PE, entre junho de 2017 e julho de 2018.

A diversidade de espécies de Gamasina foi maior nos cultivos de manga (19 espécies) e uva (18 espécies) do que no cultivo de cebola (nove espécies) e

mata nativa (cinco espécies). O número de espécies coletadas, bem como os índices de diversidade de Shannon e Simpson, foram maiores no cultivo de uva (Tabela 2). A alta abundância da espécie *Protogamasellus mica* (Athias-Henriot) (Ascidae) influenciou nos menores valores de diversidade para o cultivo de manga comparado ao cultivo de uva.

**Tabela 2.** Riqueza de espécies e índice de diversidade de Shannon-Weaver e Simpson para ácaros Gamasina edáficos coletados na vegetação natural e em cultivos de manga, uva e cebola – Petrolina/PE, entre junho de 2017 e julho de 2018.

Diversidade	Mata Nativa	Cultivo Uva	Cultivo Manga	Cultivo Cebola
Total Gamasina	18	317	340	59
Riqueza	5	18	19	9
Shannon-weaver	1,38	2,13	1,87	1,90
Simpson	0,72	0,89	0,75	0,82

No cultivo de manga foram encontradas oito famílias, enquanto que nos cultivos de uva, cebola e na vegetação natural foram encontradas sete, cinco e cinco famílias de Gamasina, respectivamente. No total de famílias encontradas, foram identificados 18 gêneros e 30 morfoespécies de Gamasina, sendo duas destas novas para a ciência (Tabela 3).

A maior diversidade de gêneros foi observada em Rhodacaridae, Ascidae e Laelapidae, cada um com três gêneros diferentes. Com relação às morfoespécies, o maior número de espécies foi encontrado em Laelapidae, Rhodacaridae e Ascidae, com seis espécies cada. Algumas espécies destas famílias são consideradas eficientes predadores de pragas (Castilho et al., 2015; Moraes et al., 2015; Moreira & Moraes, 2015) e têm sido os mais diversos e abundantes entre os Gamasina em cultivos agrícolas inseridos em outros biomas (Cerrado e Mata Atlântica) do Brasil, (Azevedo, 2017; Junqueira, 2017).

Os ácaros do gênero *Multidentorhodacarus* ocorreram em todos os ambientes, enquanto espécimes de *Protogamasellus* foram mais abundantes em cultivos de manga. As espécies mais abundantes foram *Multidentorhodacarus squamosus* Karg (Rhodacaridae) e *P. mica*. *Multidentorhodacarus squamosus* só tinha sido relatada em vegetação natural em floresta da Costa Rica (Karg, 2000) e em uma área de Cerrado no Brasil (Azevedo, 2017). *Protogamasellus mica* já foi

relatado em várias localidades do Brasil (Santos et al., 2019), inclusive em cultivos de soja, pastagem e eucalipto no Cerrado (Azevedo, 2017) e cultivos de milho, soja e manga na Mata Atlântica (Junqueira, 2017).

**Tabela 3.** Abundância de espécies de Gamasina (Mesostigmata) edáficos coletados na vegetação natural e em cultivos de manga, uva e cebola – Petrolina/PE, entre junho de 2017 e julho de 2018.

Família/Espécies	Áreas			
	Mata Nativa	Cultivo Uva	Cultivo Manga	Cultivo Cebola
<b>Ascidae</b>				
<i>Protogamasellus mica</i>	0	13	149	9
<i>Protogamasellus</i> sp. 1	0	0	15	0
<i>Protogamasellus</i> sp. 2	0	6	4	0
<i>Protogamasellus</i> sp. 3	0	6	28	0
<i>Gamasellodes</i> sp.	7	36	1	18
Ascidae n. gen. n. sp.	0	4	5	1
<b>Blattisocidae</b>				
<i>Lasioseius</i> sp. 1	0	1	0	0
<i>Lasioseius</i> sp. 2	0	4	0	0
<i>Lasioseius</i> sp. 3	0	0	1	0
<i>Cheroseius</i> sp. 1	0	0	1	0
<i>Cheroseius</i> sp. 2	0	1	0	0
<b>Laelapidae</b>				
<i>Androlaelaps</i> sp.	1	4	0	0
<i>Cosmolaelaps barbatus</i>	0	69	0	0
<i>Cosmolaelaps</i> sp.	0	0	2	0
<i>Gaeolaelaps</i> sp. 1	0	15	15	3
<i>Gaeolaelaps</i> sp. 2	0	14	0	0
<i>Gaeolaelaps</i> sp. 3	0	2	0	0
<b>Leptolaelapidae</b>				
<i>Indutolaelaps</i> sp.	0	0	14	0
<b>Macrochelidae</b>				

<i>Holostaspella</i> sp.	1	24	1	0
<b>Melicharidae</b>				
<i>Proctolaelaps</i> sp.	4	10	10	11
<b>Ologamasidae</b>				
<i>Gamasiphis</i> sp.	0	0	17	0
<b>Pachylaelapidae</b>				
<i>Zygozeius</i> sp. <sup>1</sup>	0	2	0	0
<b>Phytoseiidae</b>				
<i>Proprioseiopsis</i> sp.	0	0	0	8
<i>Neoseiulus</i> sp.	0	0	0	2
<b>Rhodacaridae</b>				
<i>Afrogamasellus citri</i>	0	0	3	0
<i>Afrodacarellus</i> sp. 1	0	4	0	0
<i>Afrodacarellus</i> sp. 2	0	0	1	0
<i>Multidentorhodacarus squamosus</i>	5	102	70	3
<i>Multidentorhodacarus</i> n. sp.	0	0	2	0
<i>Protogamasellopsis corticalis</i>	0	0	1	4
<b>Imaturos</b>	1	226	161	29
<b>Total Mesostigmata</b>	19	543	501	88

<sup>1</sup> \*A colocação taxonômica do gênero *Zygozeius* é inserida na família Pachylaelapidae de acordo com Lindquist et al. (2009).

No cultivo de manga, a família mais abundante foi Ascidae, representando cerca de 59% dos ácaros coletados, seguida por Rhodacaridae, com cerca de 22% dos ácaros coletados. As espécies mais abundantes foram *P. mica* e *M. squamosus* respectivamente. Em estudos feitos em região de Mata Atlântica no estado de São Paulo, em um cultivo de manga foi encontrada uma abundância maior de Ologamasidae (Junqueira, 2017), o que caracteriza que o bioma pode influenciar nas famílias encontradas. No entanto, muitas espécies encontradas nos dois estudos foram as mesmas, incluindo *P. mica* e *M. squamosus*.

No cultivo de uva, as famílias mais abundantes foram Rhodacaridae e Laelapidae, representando cerca de 65% dos adultos de Gamasina coletados. As espécies mais abundantes foram *M. squamosus* e *Cosmolaelaps barbatus* Moreira, Klompen & Moraes (Laelapidae). *Cosmolaelaps barbatus* só tinha sido relatado em áreas de vegetação natural e em cultivo de seringueira na Mata Atlântica e no Cerrado do estado de São Paulo (Moreira et al., 2014). No cultivo de uva, tripes é considerada uma praga importante, e *C. barbatus* já foi relatado predando *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) (Moreira, 2014).

Na área com cultivo de cebola, a família mais abundante foi Ascidae, representando cerca de 47% dos adultos de Gamasina coletados, seguido por ácaros Melicharidae e Phytoseiidae. Os ácaros Melicharidae e Phytoseiidae geralmente são associados a parte aérea das plantas (Santos et al., 2019; Demite et al., 2019). No entanto, existem espécies encontradas nos gêneros *Proctolaelaps* (Melicharidae) e *Proprioseiopsis* (Phytoseiidae) que são relacionadas à plantas mais rasteiras, que é uma característica do cultivo de cebola. Este é o primeiro trabalho de diversidade de ácaros Gamasina edáficos em cultivo de cebola.

Na mata nativa foram coletados ácaros de apenas cinco famílias. Dentre as famílias encontradas, Ascidae (39%) foi a mais abundante, seguida de Rhodacaridae (27%) e Melicharidae (22%). As espécies mais abundantes foram *Gamasellodes* sp. (Ascidae), *M. squamosus* Karg (Rhodacaridae) e *Proctolaelaps* sp. (Melicharidae). Moraes et al. (2015) relataram que ácaros pertencentes ao gênero *Gamasellodes* estão associados a florestas tropicais e semitropicais, sendo predador de diversos organismos, tais como nematoides, colêmbolos e outros grupos de ácaros (Walter, 1987, 2003; Beaulieu & Weeks, 2007).



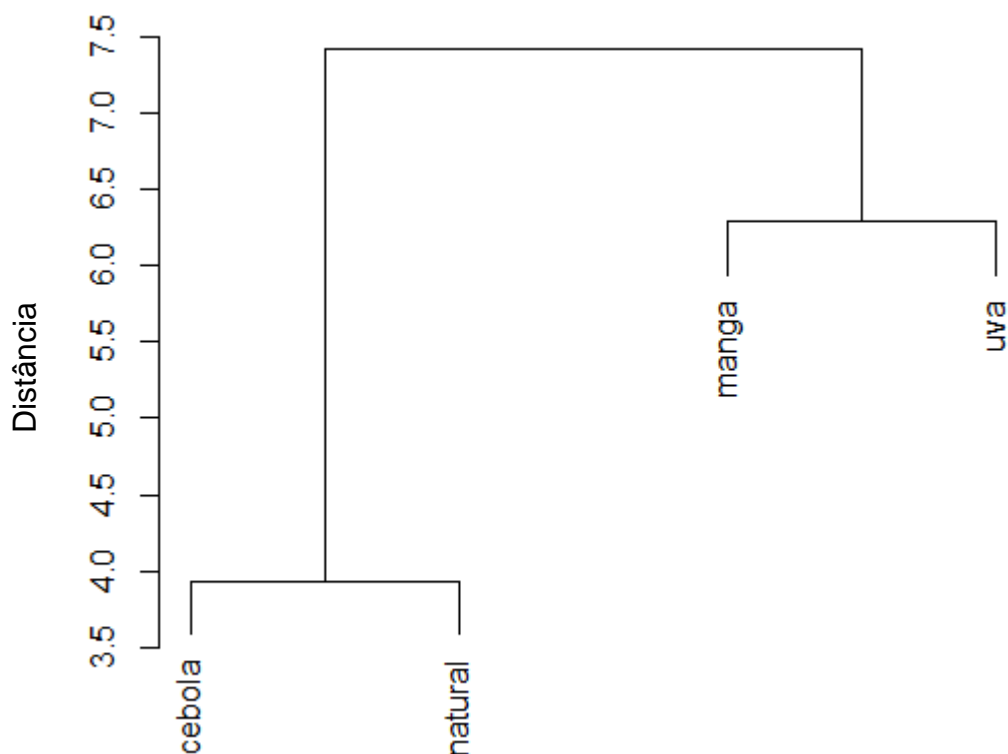
A maior diversidade de Gamasina em cultivos agrícolas do que em vegetação natural de Caatinga diferem dos trabalhos realizados em outros biomas do Brasil. Em matas nativas de Mata Atlântica e Cerrado, a diversidade de ácaros edáficos foi muito maior do que nos cultivos agrícolas (Mineiro & Moraes, 2001; Minor & Cianciolo, 2007; Junqueira, 2017; Azevedo, 2017). Além da diversidade, a abundância também foi maior nos cultivos agrícolas da Caatinga, com cerca de 47% dos ácaros encontrados em cultivo de uva, 43% no cultivo de manga, 8% no cultivo de cebola e apenas cerca de 2% na mata nativa.

Essa maior diversidade e abundância em cultivos agrícolas pode ser explicada pela irrigação das áreas agrícolas do estudo, principalmente nos cultivos de uva e manga, o que mantém o solo úmido e favorece o desenvolvimento dos Gamasina (Castilho et al., 2015). Na área de vegetação natural choveu apenas 296,6 mm durante todo o ano de coleta, de maneira irregular, sendo coletados apenas 19 indivíduos em todas as coletas.

Além disso, quanto menor o nível de perturbação do solo, menor o impacto sobre as comunidades de ácaros edáficos (Bedano et al., 2006; Minor & Cianciolo, 2007; Azevedo, 2017). As áreas para produção de uva e manga correspondem a sistemas de cultivo com menor nível de perturbação do solo, promovendo uma maior camada de matéria orgânica, que também auxilia na maior abundância de ácaros nesses ambientes. Nas áreas em que existe cobertura do solo, a temperatura do solo é mais moderada e há maior conservação na umidade do solo, mesmo em casos de seca, quando comparado a solos expostos, sem camada de material vegetal (Perdue & Crossley Jr, 1989).

No cultivo de cebola, apesar de também ser irrigado, ocorreu manejo do solo com gradagem, o que movimenta muito o solo, além de reduzir consideravelmente a camada de matéria orgânica na superfície e a cobertura de solo, o que promove aumento de temperatura e perda de umidade. Essa preparação de solo causa um impacto na comunidade de ácaros edáficos, reduzindo a população destes organismos (Koehler, 1997; Junqueira, 2017).

Estas características das áreas de coletas podem ser confirmadas pela análise de Cluster (Figura 6). Os cultivos de manga e uva tiveram maior similaridade entre si, assim como o cultivo de cebola e a vegetação natural.



**Figura 6.** Método quantitativo medido por meio de um dendrograma comparando a similaridade entre as áreas de vegetação natural e cultivos de uva, manga e cebola – Petrolina/PE, entre junho de 2017 e julho de 2018.

Esse foi o primeiro esforço para determinar a diversidade de ácaros Gamasina edáficos de uma região de Caatinga no Vale do São Francisco (Petrolina/PE). A maioria das espécies encontradas nas áreas de cultivos pertencem a grupos de ácaros que apresentam potencial como agentes de controle biológico. Espera-se que estes indivíduos sejam menos susceptíveis às práticas de manejo e mais adaptados às condições daqueles ambientes. Na prospecção de novos agentes de controle biológico de pragas, esses fatores podem ser levados em consideração, com ácaros coletados nesses ambientes podendo ter maior potencial de utilização a campo.

## 2.4 REFERÊNCIAS

Adis, J. (1988). On the abundance and diversity of terrestrial arthropods in Central Amazonian dryland forests. **Journal of Tropical Ecology**, 4, 19–24.

Azevedo, E.B. (2017). **Diversidade de ácaros edáficos, com ênfase nos Mesostigmata, em cultivos agrícolas e na vegetação natural do bioma Cerrado no sul do estado do Tocantins**. 2017. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Azevedo, L.H.; Emberson, R.M.; Esteca, F.C.N.; Moraes, G.J. (2015). Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Springer, Florida. pp. 103–132.

Beaulieu, F.; Weeks, A.R. (2007). Free-living mesostigmatic mites in Australia: their roles in biological control and bioindication. **Journal of Experimental Agriculture**, 47, 460-478.

Bedano, J.C.; Cantú, M.P.; Doucet, M.E. (2006). Influence of three different land management practices on soil mite (Arachnida: Acari) densities in relation to a natural soil. **Applied Soil Ecology**, 32, 293–304.

Bedano, J.C.; Domínguez, A.; Arofo, R.; Wall, L.G. (2016). Effect of good agricultural practices under no-till on litter and soil invertebrates in areas with different soil types. **Soil and Tillage Research**, 158, 100–109.

Carvalho, T.A.F. (2014). **Mesofauna (Acari e Collembola) em solo sob cafeeiro e leguminosas arbóreas**. 2014. 71f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Castilho, R.C.; Venancio, R.; Narita, J.P.Z. (2015). Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidea. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Springer, Florida. pp. 1–31.

Clapperton, M.J.; Kanashiro, D.A.; Behan-Pelletier, V.M. (2002). Changes in abundance and diversity of microarthropods associated with Fescue Prairie grazing regimes. **Pedobiologia**, 46, 496–511.

Demite, P.R.; Moraes, G.J.; McMurtry, J.A.; Denmark, H.A.; Castilho, R.C. (2019). Phytoseiidae Database. Disponível em: [www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae](http://www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae) (acessado em 03/01/2019).

Hill, M.O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. **Ecology**, 54: 427– 473.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. <http://ibge.gov.br> (Acessado em 03.01.19).

Junqueira, B.R. (2017). **Diversidade de ácaros edáficos em um fragmento de Mata Atlântica e três cultivos agrícolas, em Jaboticabal/SP, com ênfase nos**

**Gamasina (Mesostigmata).** 2017. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Karg, W. (2000). Die euedaphische Raubmilbengattung *Multidentorhodacarus* Shcherbak, 1980 mit einer neuen Art aus Mittelamerika. **Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz**, 72, 143–149.

Koehler, H. (1999). Predatory mites (Gamasina Mesostigmata). **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 74, 395–410.

Köppen, W. (1936). Das geographische System der Klimate. In: Köppen, W.; Geiger, R. (Eds.) **Handbuch der Klimatologie**, Borntraeger, Berlin. pp. 1–44.

Lindquist, E.E.; Krantz, G.W.; Walter, D.E. (2009). Order Mesostigmata. In: Krantz, G.W.; Walter, D.E. (Eds.) **A Manual of Acarology**, Texas Tech University Press, Lubbock, Texas. pp. 124–232.

Magurran, A.E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press.

Mineiro, J.L.C.; Moraes, G.J. (2001). Gamasida (Arachnida: Acari) edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, 30, 379–385.

Minor, M.A.; Cianciolo, J.M. (2007). Diversity of soil mites (Acari: Oribatida, Mesostigmata) along a gradient of land use types in New York. **Applied Soil Ecology**, 35, 140–153.

Moraes, G.J.; Venancio, R.; Santos, V.L.V.; Paschoal, A.D. (2015). Potential of Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents of pest organisms. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Springer, Florida. pp. 33–75.

Moreira, G.F. (2014). **Taxonomic studies of laelapid mites (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) and their use in combination with entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) to control *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)**. 2014. 522f. Tese (Doutorado em Agronomia – Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Moreira, G.F.; Moraes, G.J. (2015). The potential of free-living laelapid mites (Mesostigmata: Laelapidae) as biological control agents. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Springer, Florida. pp. 77–102.

Moreira, G.F.; Klompen, H.; Moraes, G.J. (2014). Redefinition of *Cosmolaelaps Berlese* (Acari: Laelapidae) and description of five new species from Brazil. **Zootaxa**, 3764, 317–346.

Oliveira, A.R.; Moraes, G.J.; Demétrio, C.G.E.; Nardo, E.A.E. (2001). **Efeito do vírus de poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatilis* sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) em um campo de soja**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna. 32 p.

Perdue, J.C.; Crossley Jr., D.A. (1989). Seasonal abundance of soil mites (Acari) in experimental agroecosystems: Effects of drought in no-tillage and conventional tillage. **Soil and Tillage Research**, 15, 117–124.

Plowman, K.P. (1979). Litter and soil fauna of two Australian subtropical forest. **Australian Journal of Ecology**, 4, 47–104.

R Development Core Team (2018). **R: A Language and Environment for Statistical Computin**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumbreras, J.F.; Coelho, M.R.; Aalmeira, J.A.; Cunha, T.J.F.; Oliveira, J.B. (2013). **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 3.ed.rev. e ampl. Brasília: Embrapa. 353 p.

Santos, J.C. (2013). **Ácaros (Arthropoda: Acari) edáficos do estado de Alagoas, com ênfase nos Mesostigmata**. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Santos, J.C.; Demite, P.R.; Moraes, G.J. (2019). Melicharidae Database. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/acari/melicharidae> (acessado em 03/01/2019).

Silva, E.S.; Moraes, G.J.; Krantz, G.W. (2004). Diversity of edaphic rhodacaroid mites (Acari: Mesostigmata: Rhodacaroidea) in natural ecosystems in the State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, 33, 547–555.

Schowalter, T.D.; Zhang, Y.L.; Rykken, J.J. (2003). Litter invertebrate responses to variable density thinning in western Washington forest. **Ecological Applications**, 13, 1204–1211.

Van Straalen, N.M. (1998). Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. **Applied Soil Ecology**, 9, 429–437.

Walter, D.E. (1987). Life history, trophic behavior, and description of *Gamasellodes vermivorax* n. sp. (Mesostigmata: Ascidae), a predator of nematodes and arthropods in semiarid grassland soils. **Canadian Journal Zoology**, 65, 1689–1695.

Walter, D.E. (2003). The genus *Gamasellodes* (Acari: Mesostigmata: Ascidae): New Australian and North American species. **Systematic and Applied Acarology**, 15, 1–10.

### **CAPÍTULO 3 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E ANÁLISE FAUNÍSTICA DE ÁCAROS EDÁFICOS, COM ÊNFASE NOS GAMASINA (MESOSTIGMATA), EM CULTIVOS AGRÍCOLAS E NA VEGETAÇÃO NATURAL DE CAATINGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO (PERNAMBUCO)**

**Resumo** – Com o aumento das práticas agrícolas, os estudos do impacto sobre os ácaros predadores são importantes para determinar a sustentabilidade dos sistemas cultiváveis e naturais, além de auxiliar na prospecção de novos ácaros predadores para serem utilizados no controle biológico. O objetivo deste estudo foi determinar a flutuação populacional de ácaros Gamasina e determinar as principais espécies predominantes nas áreas de cultivos e no sistema natural do bioma Caatinga, no Vale do São Francisco, em Pernambuco. As coletas de solo foram realizadas mensalmente, durante um ano, em cultivos de manga, uva e cebola, além de uma área de vegetação natural, em Petrolina/PE, todos em áreas de Caatinga. Em cada área e em cada coleta foram retiradas 16 amostras de solo. Os exemplares de Gamasina encontrados foram divididos em morfoespécies e identificados. A maior abundância de ácaros foi observada nos cultivos de uva ou manga, em todos os meses, exceto julho de 2017. Essa maior abundância pode ser devido aos cultivos irrigados, o que proporciona uma maior umidade no solo, favorável aos ácaros edáficos. A baixa diversidade e abundância de Gamasina coletados no cultivo de cebola pode ser devido a exposição do solo e a intensificação do cultivo. A falta de frequência de chuva e o baixo volume de precipitação influenciaram negativamente as espécies presentes na vegetação natural. Esses resultados são importantes para estudos futuros de controle biológico determinando as espécies mais adaptadas aos diversos sistemas.

**Palavras-chaves:** Ácaros predadores, Ecologia, Taxonomia.

### 3.1. INTRODUÇÃO

A Caatinga ocupa cerca de 10% do território do Brasil, sendo um bioma exclusivamente brasileiro (IBGE, 2019). Áreas naturais de Caatinga vêm se transformando em cultivos agrícolas, como manga, uva e olerícolas, em especial no Vale do São Francisco, no estado de Pernambuco (IBGE, 2019). Com o aumento das práticas agrícolas, os estudos do impacto sobre a fauna edáfica, incluindo os ácaros, são de grande importância para determinar a sustentabilidade dos sistemas cultiváveis e naturais.

Os ácaros edáficos podem ser influenciados pelas práticas de manejo agrícola, como uso de fertilizantes minerais e produtos fitossanitários, pois estas causam perturbações no solo (Primavesi, 1990; Assad, 1997; Koehler, 1999; Ruf & Beck, 2005; Postma-Blaauw et al., 2010; Cao et al., 2011; Azevedo, 2017). Tais perturbações alteram a distribuição da fauna do solo, pois podem alterar negativamente a disponibilidade de recursos alimentares, modificando as interações ecológicas das comunidades edáficas (Mitchell et al., 2014; Azevedo, 2017).

Os ácaros predadores Gamasina (Mesostigmata) edáficos são diversos e abundantes nos cultivos de manga, uva e cebola no Vale do São Francisco, em Petrolina/PE (Capítulo 2 da presente Dissertação). Estes ácaros são conhecidos por serem predadores de vários organismos, como pragas e parasitos (Gerson et al., 2003; Lindquist et al., 2009; Castilho et al., 2015).

Para verificar o efeito dos Gamasina sobre pragas e parasitos, e o possível uso aplicado destes indivíduos como agentes de controle biológico, é importante o conhecimento não só do ambiente como um todo, mas também das variáveis climáticas, bióticas e antrópicas do local de ocorrência de determinada praga. No entanto, nada se conhece do efeito das práticas agrícolas e das condições ambientais na flutuação populacional destes ácaros em região de Caatinga.

Estes estudos são importantes para prospecção de novos ácaros predadores para serem utilizados no controle biológico aplicado. Apesar da abundância e diversidade de Gamasina no ambiente edáfico (Castilho et al., 2015), apenas cinco espécies têm sido comercializadas para o controle de diferentes pragas e parasitos no mundo (Van Lenteren, 2012), sendo apenas uma no Brasil (Castilho et al., 2017).



Outras espécies potencialmente úteis têm sido estudadas para o controle de diversas pragas e parasitos (Moraes et al., 2015; Castilho et al., 2015; Azevedo et al. 2015; Moreira & Moraes, 2015), mas carecem de mais informações.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi determinar a flutuação populacional de ácaros Gamasina e determinar as principais espécies predominantes nas áreas de cultivos e no sistema natural do bioma Caatinga, no Vale do São Francisco, em Pernambuco. Além disso, espera-se que esse levantamento possa colaborar como base para estudos futuros de controle biológico.

## **3.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1. Área de coleta, manejo dos cultivos e dados climáticos**

As informações das áreas de coleta, do manejo adotado nas áreas de cultivos de manga, uva e cebola, e os dados climáticos da região estão descritos detalhadamente no capítulo 2.

### **3.2.2. Coleta das amostras e extração**

As amostras de solo foram coletadas mensalmente, entre julho de 2017 a junho de 2018, no município de Petrolina, estado de Pernambuco. Essas coletas foram realizadas em cultivos de manga, uva, cebola e em uma área de vegetação natural. Em cada área de coleta foram coletados 16 pontos amostrais distribuídos aleatoriamente. As amostras foram coletadas com um cilindro de polietileno (5 cm de altura x 9 cm de diâmetro), próximo a raiz das plantas. Em seguida as amostras foram transportadas até o Laboratório de Entomologia da Embrapa Semiárido.

No laboratório, as amostras coletadas foram transferidas para equipamento do tipo Berlese-Tullgren modificado para extração (Oliveira et al., 2001). Cada amostra permaneceu no extrator por no mínimo sete dias, para atingir a temperatura máxima de 50°C. As lâmpadas atuam como fonte de luz e calor que desidrata gradualmente a amostra de cima para baixo durante o processo de extração. Conseqüentemente, os ácaros coletados no anel migram para a parte inferior e são direcionados para frascos contendo álcool 70%. Em seguida, os frascos foram

devidamente identificados e armazenados para posterior triagem, montagem e identificação.

### **3.2.3. Triagem e identificação**

Após o processo de extração, todo o material foi enviado para o Laboratório de Taxonomia e Controle Biológico da FCAV/UNESP, em Jaboticabal. No procedimento de triagem, o conteúdo de cada frasco foi transferido para uma placa de Petri para a observação sob estereomicroscópio. Os ácaros Mesostigmata foram então separados e montados em lâminas, utilizando meio de Hoyer. Em seguida, as lâminas foram colocadas em estufas (45-50°C), por um período de 10 dias, para secar.

Durante a identificação os ácaros montados foram primeiramente divididos em morfoespécies. As fêmeas encontradas foram identificadas até o nível de gênero, sob microscópio óptico de contraste de fases, com o auxílio das chaves dicotômicas disponibilizadas no “Treinamento em reconhecimento de ácaros Mesostigmata de importância agrícola (Phytoseiidae, Ascidae *sensu lato*, Laelapidae, Rhodacaroidea, Macrochelidae, Parasitidae e Ameroseiidae)”, realizado na ESALQ/USP. As identificações até o nível de espécie foram realizadas com o auxílio das descrições originais e das redescrições das espécies em acervo disponível na FCAV/UNESP.

### **3.2.4. Análise Estatística**

#### **3.2.4.1. Flutuação populacional**

Para a análise da dinâmica populacional foi comparada a abundância nas três áreas de cultivo e na vegetação natural. Para tal, os dados foram inicialmente submetidos aos testes de normalidade (“shapiro wilk”) e homogeneidade (“Bartlett”); dada a heterogeneidade das variâncias e a distribuição não normal, os dados foram submetidos ao teste não paramétrico de “Kruskal-Wallis” e posteriormente ao teste de comparação múltipla. Para a confecção dos gráficos foi utilizado o programa Sigmaplot 10.0.

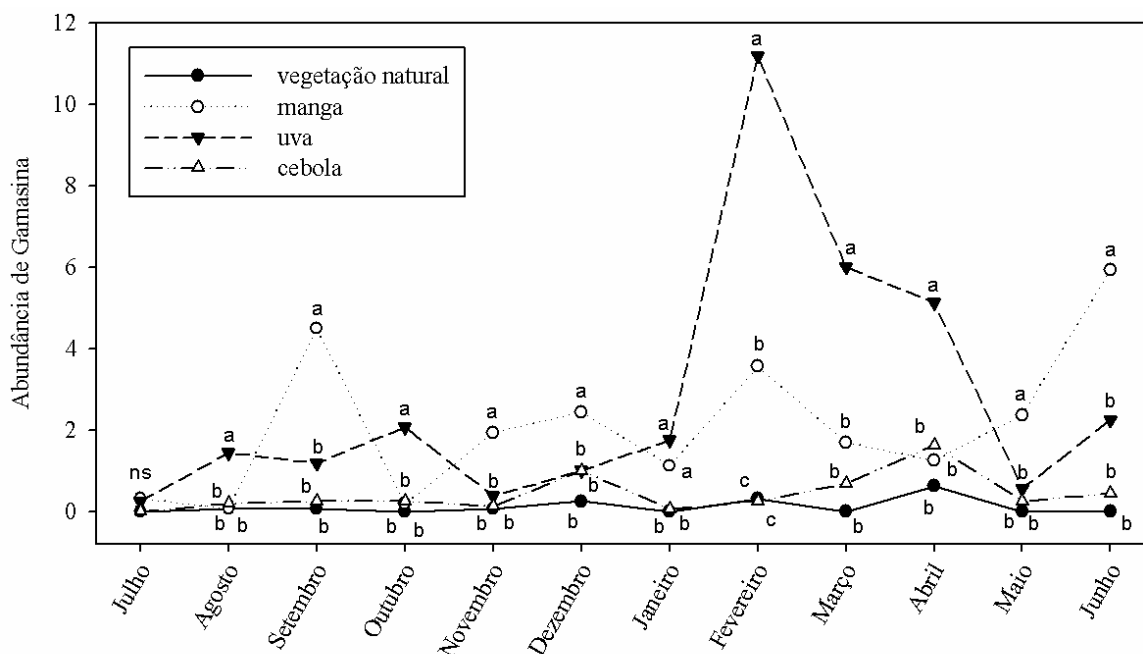
#### **3.2.4.2. Análise faunística**

Para a análise faunística foi utilizado o programa ANAFAU (Moraes & Haddad, 2003). A classificação das espécies relacionadas ao local das coletas foi realizada baseando-se em Silveira Neto et al. (1995). Esse software permite caracterizar cada espécie encontrada por categoria: dominância (ação exercida pelos táxons que recebem o impacto do meio ambiente e o transforma, podendo com isso causar o aparecimento ou desaparecimento de outras espécies), frequência (porcentagem de indivíduos de um táxon em relação ao total de indivíduos), abundância (número de indivíduos por unidade de área) e constância (porcentagem de táxons presentes durante o levantamento populacional).

### **3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Entre as áreas de estudo foi observada diferença significativa no número de ácaros em todos os meses de coleta, exceto em julho de 2017 (Figura 1). A ocorrência de níveis populacionais mais elevados de *Gamasina* no cultivo de manga foi em setembro de 2017 ( $F_{3,60} = 8.769$ ), fevereiro de 2018 ( $F_{3,60} = 31.884$ ) e junho de 2018 ( $F_{3,60} = 7.638$ ).

No cultivo de uva, os níveis mais elevados da população de *Gamasina* ocorreram em fevereiro de 2018 ( $F_{3,60} = 31.884$ ). Em relação ao cultivo de cebola, os níveis populacionais mais altos foram em dezembro de 2017 e abril de 2018. A vegetação natural apresentou um padrão distinto de flutuação populacional, atingindo o nível máximo em abril de 2018 e níveis muito reduzidos ou inexistentes na maioria das épocas de amostragem.



**Figura 1.** Dinâmica populacional de Gamasina edáficos coletados em áreas de vegetação natural e cultivos de uva, manga e cebola – Petrolina/PE, julho de 2017 a junho de 2018.

Nos meses de agosto e outubro de 2017, e fevereiro, março e abril de 2018 foram coletados mais ácaros no cultivo de uva. Nos meses de setembro, novembro e dezembro de 2017, e maio e junho de 2018 foram coletados mais ácaros no cultivo de manga. A maior abundância de ácaros nos cultivos de uva ou manga, nos diferentes meses, pode ser explicada pela irrigação realizada nestes ambientes, o que mantém o solo úmido, somado a pouca movimentação do solo. Nas áreas de uva e manga, a cobertura do solo esteve presente durante todo o período.

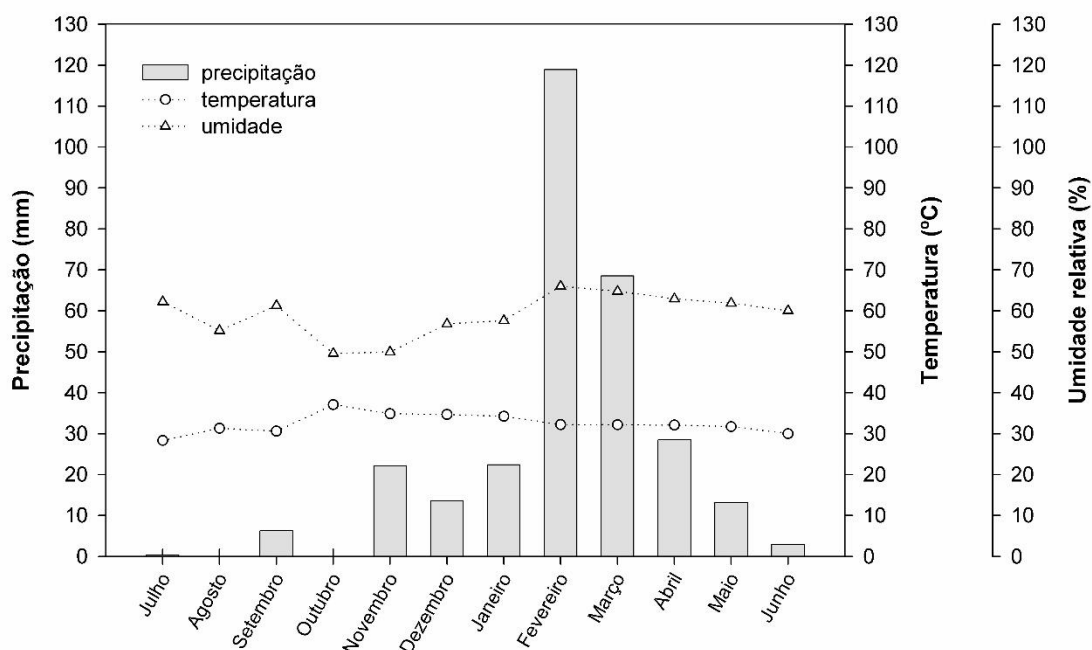
Em áreas que existem cobertura do solo, a temperatura do mesmo é mais amena, pois sofre menos os efeitos da radiação solar, e há maior concentração na umidade quando comparado a solos expostos, ou seja, sem camada de material vegetal (Perdue & Crossley Jr., 1989). A maior umidade do solo favorece os ácaros Gamasina (Castilho et al., 2015).

No cultivo de cebola, apesar de também ser irrigado, ocorreu preparo do solo com gradagem, em julho e novembro de 2017. Além disso, o solo permaneceu sem nenhum tipo de cobertura durante praticamente todo o período de estudo. Após o preparo do solo, com aração e gradagem, há um declínio no número total de ácaros coletados, por três meses consecutivos (Perdue & Crossley Jr., 1989), o que é

próximo do que foi observado no presente estudo. O aumento de ácaros no cultivo de cebola ocorreu apenas nos meses de março e abril de 2018.

Cada trato cultural realizado nos cultivos pode afetar o número de ácaros coletados posteriormente. A aplicação de agrotóxicos, por exemplo, pode influenciar direta e indiretamente a população de Gamasina, devido a toxicidade desses produtos e por reduzir a disponibilidade de alimento (Koehler, 1997). No entanto, apenas no cultivo de manga foi observado uma possível relação da aplicação de abamectina, em setembro de 2017, com uma posterior diminuição de Gamasina em outubro de 2017.

Em área de vegetação natural, onde não existe ação antrópica, a flutuação populacional de ácaros edáficos provavelmente foi influenciada pela precipitação e consequentemente pela umidade do solo. Nas áreas de estudo choveu apenas 296,6 mm durante todo o ano de coleta, de maneira irregular (Figura 2). Na área de vegetação natural, o período de maior precipitação (fevereiro e março de 2018) ocasionou uma interação positiva no aumento de ácaros até o mês de abril de 2018. No entanto, na vegetação natural foram coletados apenas 19 indivíduos em todo período de estudo. Os fatores ambientais influenciam no desenvolvimento dos ácaros edáficos (Bedano & Ruf, 2007).



**Figura 2.** Registro da precipitação, umidade e temperatura – Petrolina-PE, julho de 2017 a junho de 2018 - (Dados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro).

As maiores diversidades de ácaros foram observadas nos cultivos de uva e manga. No cultivo de manga, as espécies *Protogamasellus mica* (Athias-Henriot) (Ascidae) e *Multidentorhodacarus squamosus* Karg (Rhodacaridae) foram predominantes (Tabela 1). *Protogamasellus mica* foi caracterizado como super dominante, super abundante, super frequente e constante neste ambiente. Ácaros desse gênero correlacionam positivamente com solos em que foi aplicado calcário, ou seja, em solos não ácidos (Rueda-Ramírez, 2012; Azevedo, 2017). O cultivo de manga do estudo apresentava uma boa camada de matéria orgânica, o que diminui gradualmente a acidez do solo.

**Tabela 1.** Análise faunística de ácaros coletados em cultivo de manga – Petrolina/PE, entre junho de 2017 e julho de 2018.

<b>Cultivo de manga</b>	<b>D<sup>1</sup></b>	<b>A<sup>2</sup></b>	<b>F<sup>3</sup></b>	<b>C<sup>4</sup></b>
<i>Cosmolaelaps</i> sp. 1	ND	d	PF	Z
<i>Gaeolaelaps</i> sp. 1	D	c	F	Y
<i>Gamasiphis</i> sp. 1	D	c	F	Y
* <i>Multidentorhodacarus squamosus</i>	D	ma	MF	W
<i>Multidentorhodacarus</i> n. sp.	ND	d	PF	Z
<i>Protogamasellopsis corticalis</i>	ND	d	PF	Z
<i>Afrogamasellus citri</i>	ND	c	F	Z
<i>Afrodacarellus</i> sp. 2	ND	d	PF	Z
* <i>Protogamasellus mica</i>	SD	sa	SF	W
<i>Protogamasellus</i> sp. 1	D	c	F	Z
<i>Protogamasellus</i> sp. 2	ND	c	F	Y
<i>Protogamasellus</i> sp. 3	D	ma	MF	Y
<i>Gamasellodes</i> sp.	ND	d	PF	Z
Ascidae sp.	ND	c	F	Z
<i>Holostaspella</i> sp.	ND	d	PF	Z
<i>Indutolaelaps</i> sp.	D	c	F	Z
<i>Proctolaelaps</i> sp.	D	c	F	Y
<i>Lasioseius</i> sp. 3	ND	d	PF	Z
<i>Cheroseius</i> sp. 1	ND	d	PF	Z

**D<sup>1</sup>** (Dominância): SD = super dominante; D = dominante; ND = não dominante;

**A<sup>2</sup>** (Abundância): as = super abundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = raro;

**F<sup>3</sup>** (Frequência): SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente;

**C<sup>4</sup>** (Constância): W = constante; Y = acessória; Z = acidental.

\*Predominantes

No cultivo de uva, as espécies *M. squamosus*, *Cosmolaelaps barbatus* Moreira, Klompen & Moraes (Laelapidae) e *Gamasellodes* sp. (Ascidae) foram predominantes (Tabela 2). Essas espécies foram dominantes, muito abundantes, muito frequentes e constantes durante o período de estudo. Ácaros destas famílias são frequentemente encontrados em solos brasileiros (Azevedo, 2017; Junqueira, 2017). Entretanto, a espécie mais abundante nesse sistema de cultivo, *M. squamosus*, tinha sido relatada em maior abundância em vegetação natural de outros biomas (Mata Atlântica e Cerrado) e não cultivos agrícolas (Azevedo, 2017; Junqueira, 2017). Possivelmente, essa espécie apresenta uma particularidade com esse sistema de cultivo, pois outros estudos demonstraram que as associações específicas das espécies com maior abundância estavam associadas com condições ambientais peculiares para cada área de cultivo (Koehler, 1999; Bedano & Ruf, 2007).

**Tabela 2.** Análise faunística de ácaros coletados em cultivo de uva – Petrolina/PE, entre junho de 2017 e julho de 2018.

<b>Cultivo de uva</b>	<b>D<sup>1</sup></b>	<b>A<sup>2</sup></b>	<b>F<sup>3</sup></b>	<b>C<sup>4</sup></b>
<i>*Cosmolaelaps barbatus</i>	D	ma	MF	W
<i>Gaeolaelaps</i> sp. 1	D	c	F	W
<i>Gaeolaelaps</i> sp. 2	D	c	F	Y
<i>Gaeolaelaps</i> sp. 3	ND	d	PF	Z
<i>Androlaelaps</i> sp.	ND	d	PF	Y
<i>*Multidentorhodacarus squamosus</i>	D	ma	MF	W
<i>Afrodacarellus</i> sp. 1	ND	d	PF	Z
<i>Protogamasellus mica</i>	D	c	F	Y
<i>Protogamasellus</i> sp. 2	D	c	F	Z
<i>Protogamasellus</i> sp. 3	D	c	F	Y
<i>*Gamasellodes</i> sp.	D	ma	MF	W
Ascidae sp.	ND	d	PF	Y
<i>Holostaspella</i> sp.	D	c	F	Y
<i>Proctolaelaps</i> sp.	D	c	F	Y
<i>Lasioseius</i> sp. 1	ND	r	PF	Z
<i>Lasioseius</i> sp. 2	ND	d	PF	Z
<i>Cheroseius</i> sp. 2	ND	r	PF	Z
<i>Zygozeius</i> sp.	ND	d	PF	Z

**D<sup>1</sup>** (Dominância): SD = super dominante; D = dominante; ND = não dominante;

**A<sup>2</sup>** (Abundância): as = super abundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = raro;

**F<sup>3</sup>** (Frequência): SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente;

**C<sup>4</sup>** (Constância): W = constante; Y = acessória; Z = acidental.

\*Predominantes

O cultivo de cebola e vegetação natural não apresentaram espécies predominantes. No cultivo de cebola, a espécie mais abundante foi *Gamasellodes* sp. (Tabela 3), sendo dominante, muito abundante, muito frequente e acessória. A baixa diversidade de organismos coletados no cultivo de cebola pode ser devido a exposição do solo e a intensificação do cultivo o que influencia negativamente a comunidade de organismos (Vieira & Santos, 2001).

**Tabela 3.** Análise faunística de ácaros coletados em cultivo de cebola – Petrolina/PE, entre junho de 2017 e julho de 2018.

<b>Cultivo de cebola</b>	<b>D<sup>1</sup></b>	<b>A<sup>2</sup></b>	<b>F<sup>3</sup></b>	<b>C<sup>4</sup></b>
<i>Gaeolaelaps</i> sp. 1	ND	c	F	Z
<i>Multidentorhodacarus squamosus</i>	ND	r	PF	Z
<i>Protogamasellopsis corticalis</i>	ND	c	F	Z
<i>Protogamasellus mica</i>	D	c	F	Y
<i>Gamasellodes</i> sp.	D	ma	MF	Y
Ascidae sp.	ND	r	PF	Z
<i>Proprioseiopsis</i> sp.	D	c	F	Z
<i>Neoseiulus</i> sp.	ND	d	PF	Z
<i>Proctolaelaps</i> sp.	D	a	MF	Z

**D<sup>1</sup>** (Dominância): SD = super dominante; D = dominante; ND = não dominante;

**A<sup>2</sup>** (Abundância): as = super abundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = raro;

**F<sup>3</sup>** (Frequência): SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente;

**C<sup>4</sup>** (Constância): W = constante; Y = acessória; Z = acidental.

Na vegetação natural apenas *Gamasellodes* sp. foi dominante, muito abundante e muito frequente, porém foi considerada acidental (Tabela 4). A falta de frequência de chuva e o baixo volume de precipitação influenciaram negativamente as espécies presentes na vegetação natural. Esse é o primeiro trabalho em que o sistema natural obteve menores valores quantitativo e qualitativo do que os cultivos agrícolas.



**Tabela 4.** Análise faunística de ácaros coletados em vegetação natural – Petrolina/PE, entre junho de 2017 e julho de 2018.

<b>Vegetação natural</b>	<b>D<sup>1</sup></b>	<b>A<sup>2</sup></b>	<b>F<sup>3</sup></b>	<b>C<sup>4</sup></b>
<i>Androlaelaps</i> sp.	ND	d	PF	Z
<i>Multidentorhodacarus squamosus</i>	ND	c	F	Z
<i>Gamasellodes</i> sp.	D	ma	MF	Z
<i>Holostaspella</i> sp.	ND	d	PF	Z
<i>Proctolaelaps</i> sp.	ND	c	F	Y

**D<sup>1</sup>** (Dominância): SD = super dominante; D = dominante; ND = não dominante;

**A<sup>2</sup>** (Abundância): as = super abundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = raro;

**F<sup>3</sup>** (Frequência): SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente;

**C<sup>4</sup>** (Constância): W = constante; Y = acessória; Z = acidental.

Esse é o primeiro trabalho para determinar aspectos categóricos nos cultivos de uva, manga e cebola e no sistema natural, e a dinâmica populacional de ácaros edáficos Gamasina no bioma de Caatinga, em Pernambuco. Além disso, esses estudos são importantes para determinar as possíveis espécies que podem apresentar potencial no controle de pragas e parasitos, demonstrando os organismos mais predominantes e com associação positivas com os fatores ambientais no diversos agroecossistemas.

### 3.4. REFERÊNCIAS

Assad, M.L.L. (1997). Fauna do solo. In: Vargas, A.T.M.; Hungria, M. (Eds.) **Biologia dos solos dos cerrados**. 1 ed. Embrapa – CPAC, Planaltina. pp. 363–444.

Azevedo, E.B. (2017). **Diversidade de ácaros edáficos, com ênfase nos Mesostigmata, em cultivos agrícolas e na vegetação natural do bioma Cerrado no sul do estado do Tocantins**. 2017. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Azevedo, L.H.; Emberson, R.M.; Esteca, F.C.N.; Moraes, G.J. (2015). Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Springer, Florida. pp. 103–132.

Bedano, J.C.; Ruf, A. (2007). Soil predatory mite communities (Acari: Gamasina) in agroecosystems of Central Argentina. **Applied Soil Ecology**, 36, 22–31.

Cao, Z.; Han, X.; Hu, C.; Chen, J.; Zhang, D.; Steinberger, Y. (2011). Changes in the abundance and structure of a soil mite (Acari) community under long-term organic and chemical fertilizer treatments. **Applied Soil Ecology**, 49, 131–138.

Castilho, R.C.; Venancio, R.; Narita, J.P.Z. (2015). Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidea. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida, Springer. pp. 1–31.

Castilho, R.C.; Junqueira, B.R.; Azevedo, E.B.; Prado, T.J. (2017). Prospecção de ácaros predadores edáficos para uso no controle biológico. In: Castilho, R.C.; Barilli, D.R.; Truzzi, C.C. **Tópicos em Entomologia Agrícola- X**. Multipress, Jaboticabal. pp. 245–259.

Gerson, U.; Smiley, R.L.; Ochoa, R. (2003). **Mites for pest control**. Blackwell Science, Oxford. 539 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. <http://ibge.gov.br> (Acessado em 03.01.19).

Junqueira, B.R. (2017). **Diversidade de ácaros edáficos em um fragmento de Mata Atlântica e três cultivos agrícolas, em Jaboticabal/SP, com ênfase nos Gamasina (Mesostigmata)**. 2017. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Koehler, H. (1997). Mesostigmata (Gamasina, Uropodina) efficient predators in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 62, 105–117.

Koehler, H. (1999). Predatory mites (Gamasina Mesostigmata). **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 74, 395–410.

Lindquist, E.E.; Krantz, G.W.; Walter, D.E. (2009). Order Mesostigmata. In: Krantz, G.W.; Walter, D.E. (Eds.) **A Manual of Acarology**, Texas Tech University Press, Lubbock, Texas. pp. 124–232.

Mitchell, M. G. E.; Bennett, E. M.; Gonzalez, A. (2014). Agricultural landscape structure affects arthropod diversity and arthropod-derived ecosystem services. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 192, 144-151.

Moraes, G.J.; Venancio, R.; Santos, V.L.V.; Paschoal, A.D. (2015). Potential of Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents of pest organisms. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Springer, Florida. pp. 33–75.

Moraes, R.C.B.; Haddad, M.L. (2003). **Software para análise faunística - Anafau**. In: VIII Simpósio de Controle Biológico, 2003, São Pedro. Livro de Resumos – 8º. Siconbiol. SEB, Piracicaba. pp. 195–195.

Moreira, G.F.; Moraes, G.J. (2015). The potential of free-living laelapid mites (Mesostigmata: Laelapidae) as biological control agents. In: Carrillo, D.; Moraes, G.J.; Peña, J.E. (Eds). **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Springer, Florida. pp. 77–102.

Oliveira, A.R.; Moraes, G.J.; Demétrio, C.G.E.; Nardo, E.A.E. (2001). **Efeito do vírus de poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatilis* sobre Oribatida edáficos (Arachnida: Acari) em um campo de soja**. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna. 32 p.

Perdue, J.C.; Crossley Jr., D.A. (1989). Seasonal abundance of soil mites (Acari) in experimental agroecosystems: Effects of drought in no-tillage and conventional tillage. **Soil and Tillage Research**, 15, 117–124.

Primavesi, A. (1990). **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. Nobel, São Paulo. 549 p.

Postma-Blaauw, M.B.; DE Goede, R.G.; Bloem, J.; Faber, J.H.; Brussaard, L (2010). Soil biota community structure and abundance under agricultural intensification and extensification. **Ecology**, 91, 460–473.

R Development Core Team (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Rueda-Ramírez, D.M. (2012). **Ácaros edáficos Mesostigmata de grandes altitudes na Colômbia e os possíveis efeitos de mudanças edafo-climáticas sobre as populações destes ácaros**. 2012. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Ruf, A.; Beck, L. (2005). The use of predatory soil mites in ecological soil classification and assessment concepts, with perspectives for oribatid mites. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 62, 290–299.

Silveira Neto.S.; Nakano, O.; Barbin, D.; Villa Nova, N.A. (1976). Manual de ecologia dos insetos. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 419 p.

Van Lenteren, J.C. (2012). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, 57, 1–20.

Vieira, M.H.P.; Santos, H.R. (2001). Impacto de herbicidas sobre a mesofauna edáfica em sistema de plantio direto. **Revista Cerrados**, 2/4, 17–19.