

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

**DIVERSIDADE DE ÁCAROS EDÁFICOS GAMASINA  
(MESOSTIGMATA) NO BIOMA CAATINGA NO ESTADO DE  
ALAGOAS, COM DESCRIÇÃO DE UMA ESPÉCIE NOVA, E  
ELABORAÇÃO DE UM CATÁLOGO PARA A FAMÍLIA  
PODOCINIDAE**

**Ávylla Régia de Albuquerque Barros**  
**Bióloga**

**2020**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**DIVERSIDADE DE ÁCAROS EDÁFICOS GAMASINA  
(MESOSTIGMATA) NO BIOMA CAATINGA NO ESTADO DE  
ALAGOAS, COM DESCRIÇÃO DE UMA ESPÉCIE NOVA, E  
ELABORAÇÃO DE UM CATÁLOGO PARA A FAMÍLIA  
PODOCINIDAE**

**Discente: Ávylla Régia de Albuquerque Barros**

**Orientador: Prof. Dr. Gilberto José de Moraes**

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

**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).**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** DIVERSIDADE DE ÁCAROS EDÁFICOS Gamasina (MESOSTIGMATA) NO BIOMA CAATINGA NO ESTADO DE ALAGOAS, COM DESCRIÇÃO DE UMA ESPÉCIE NOVA, E ELABORAÇÃO DE UM CATÁLOGO PARA A FAMÍLIA PODOCINIDAE

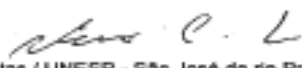
**AUTORA:** ÁVYLA RÉGIA DE ALBUQUERQUE BARROS

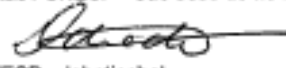
**ORIENTADOR:** GILBERTO JOSÉ DE MORAES

**COORDENADOR:** RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO

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

Prof. Dr. GILBERTO JOSÉ DE MORAES   
Departamento de Entomologia e Acarologia/ESALQ-USP / Piracicaba/SP

Prof. Dr. ANTONIO CARLOS LOFEGO   
Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas / UNESP - São José do Rio Preto

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

Jaboticabal, 28 de fevereiro de 2020

B277d

Barros, Ávyla Régia de Albuquerque

Diversidade de ácaros edáficos Gamasina (Mesostigmata) no bioma Caatinga no estado de Alagoas, com descrição de uma espécie nova, e elaboração de um catálogo para a família Podocinidae / Ávyla Régia de Albuquerque Barros. -- Jaboticabal, 2020

82 f. : il., tabs., fotos

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

Orientador: Gilberto José de Moraes

Coorientador: Raphael de Campos Castilho

1. Ácaros edáficos. 2. Taxonomia. 3. Diversidade. 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.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

Ávyla Régia de Albuquerque Barros, nascida em Palmeira dos Índios, Alagoas, em 30 de janeiro de 1991. Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura) pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Arapiraca, em 2018. Durante a Graduação participou do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência – PIBID, no período de março de 2014 a julho de 2017. Realizou estágio no laboratório de Entomologia e Acarologia da UFAL, câmpus Arapiraca, sob orientação do Prof. Dr. Edmilson Santos Silva, onde foi monitora da disciplina de Entomologia Geral nos períodos de abril/ julho e setembro/dezembro de 2017. Foi bolsista do Programa de Iniciação Científica (PIBIC) no período de agosto de 2015 a julho de 2016. Em março de 2018, iniciou o Mestrado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), câmpus de Jaboticabal, São Paulo, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola), sob orientação do Prof. Dr. Gilberto José de Moraes e coorientação do Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho, com bolsa de estudos financiada pela Capes.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me conceder todos os dias o privilégio da vida, por seu amor incondicional e por ter me guiado em cada passo dessa caminhada;

Aos meus amados pais, Antônio Araújo Barros e Raimunda Helena de Albuquerque Barros, e irmãos, Allyne Rwth de Albuquerque Barros, Antônio Emanuel de Albuquerque Barros e Maria Adélia de Albuquerque Barros, por todo incentivo, apoio, amor e carinho dedicados a mim. Sem vocês, esse momento não seria possível;

Aos meus queridos orientadores, Prof. Dr. Gilberto José de Moraes e Prof. Dr. Raphael de Campos Castilho, por terem aceitado minha orientação, pelo incentivo, paciência, valiosos ensinamentos, conselhos, amizade, companheirismo e principalmente por acreditarem no meu potencial e serem minha inspiração profissional;

Ao meu querido amigo Prof. Dr. Edmilson Santos Silva, por sua valiosa e imensurável contribuição para o desenvolvimento desse trabalho, pelos conselhos, incentivo e por ser um dos principais responsáveis por esse momento;

Aos colegas do Laboratório de Taxonomia e Controle Biológico da UNESP Jaboticabal, Ana Flávia Matias Gonçalves, Daiana Jeronimo Polli, Larissa Alves de Castro Jocarrelli Rossini e Letícia Caroline Penteado Innocente pelos bons momentos de convivência e conhecimentos compartilhados. Em especial ao amigo Emiliano Brandão de Azevedo, que muito contribuiu para o desenvolvimento desse trabalho, e as amigas Flávia Fagundes de Paula e Thaís Juliane do Prado. Vocês foram essenciais para minha formação pessoal e profissional;

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da UNESP Jaboticabal. Em especial a Cíntia de Melo Gomes, Claudiane Martins da Rocha, Kelly Cristina Gonçalves, Ivana Lemos Souza e Sandy Souza Fonseca pelos momentos de descontração e convivência;

A minha querida amiga Elaine Cristina Coroadinho Carvalho, pelo apoio, amizade e carinho;

Aos meus queridos amigos Lídia Rafaele Almeida da Silva e Bruno Costa Barros pela amizade, carinho, lealdade, dedicação e incentivo durante os longos anos de convivência;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP), câmpus Jaboticabal, por ter concedido o suporte necessário para o desenvolvimento desse trabalho;

Ao Laboratório de Entomologia e Acarologia da Universidade Federal de Alagoas, UFAL - Câmpus Arapiraca, por todo apoio nas coletas;

A todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da UNESP Jaboticabal, pela dedicação, empenho e esforço para tornar o curso cada vez melhor, e principalmente por terem compartilhado um pouco de seus conhecimentos conosco;

À Capes pela concessão da bolsa de estudo durante o período de Mestrado Acadêmico;

A todos que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para que a realização desse trabalho fosse possível.

**A todos, meu muito obrigada!**

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

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RESUMO.....                                                                                                                                                                     | iii |
| ABSTRACT.....                                                                                                                                                                   | iv  |
| CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....                                                                                                                                          | 1   |
| Referências .....                                                                                                                                                               | 5   |
| CAPÍTULO 2 - Diversidade de ácaros edáficos, com ênfase nos Gamasina (Mesostigmata), em cultivos agrícolas, pastagem e vegetação natural de Caatinga no estado de Alagoas ..... | 10  |
| RESUMO.....                                                                                                                                                                     | 10  |
| 2.1. Introdução .....                                                                                                                                                           | 10  |
| 2.2. Material e métodos .....                                                                                                                                                   | 13  |
| 2.2.1 Localização e caracterização climática das áreas de coleta .....                                                                                                          | 13  |
| 2.2.2. Caracterização das áreas .....                                                                                                                                           | 14  |
| 2.2.3. Coleta das amostras .....                                                                                                                                                | 15  |
| 2.2.4. Extração .....                                                                                                                                                           | 15  |
| 2.2.5. Triagem e identificação .....                                                                                                                                            | 16  |
| 2.2.6. Análises ecológicas .....                                                                                                                                                | 16  |
| 2.3. Resultados .....                                                                                                                                                           | 17  |
| 2.3.1. Interação habitat x época .....                                                                                                                                          | 18  |
| 2.3.2. Diversidade de Ácaros Gamasina (Mesostigmata).....                                                                                                                       | 20  |
| 2.3.3. Efeito da precipitação sobre os grupos de ácaros encontrados .....                                                                                                       | 24  |
| 2.3.4. Análises ecológicas .....                                                                                                                                                | 28  |
| 2.4. Discussão .....                                                                                                                                                            | 33  |
| Referências .....                                                                                                                                                               | 38  |
| CAPÍTULO 3 - A new species of <i>Geogamasus</i> (Mesostigmata: Ologamasidae) from Brazil and a key to the world species of the genus.....                                       | 43  |
| abstract .....                                                                                                                                                                  | 43  |
| 3.1. Introduction .....                                                                                                                                                         | 43  |
| 3.2. Material and Methods.....                                                                                                                                                  | 43  |
| 3.3. Results .....                                                                                                                                                              | 44  |
| 3.4. Key to the word species of <i>Geogamasus</i> , based on adult females .....                                                                                                | 49  |
| References .....                                                                                                                                                                | 53  |

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 4 - Catalogue of the world species of Podocinidae Berlese (Acari: Mesostigmata) and a key to genera.....</b> | <b>55</b> |
| <b>Abstract.....</b>                                                                                                     | <b>55</b> |
| <b>4.1. Introduction .....</b>                                                                                           | <b>55</b> |
| <b>4.2. Material and Methods.....</b>                                                                                    | <b>59</b> |
| <b>4.3. Diagnosis of Podocinidae.....</b>                                                                                | <b>60</b> |
| <b>4.4. Key to genera of Podocinidae (adult females).....</b>                                                            | <b>61</b> |
| <b>4.5. Catalogue of Podocinidae .....</b>                                                                               | <b>65</b> |
| <b>4.6. Final remark .....</b>                                                                                           | <b>77</b> |
| <b>References .....</b>                                                                                                  | <b>77</b> |

## **DIVERSIDADE DE ÁCAROS EDÁFICOS GAMASINA (MESOSTIGMATA) NO BIOMA CAATINGA NO ESTADO DE ALAGOAS, COM DESCRIÇÃO DE UMA ESPÉCIE NOVA, E ELABORAÇÃO DE UM CATÁLOGO PARA A FAMÍLIA PODOCINIDAE**

**RESUMO** - No Brasil, o estudo da diversidade da acarofauna edáfica ainda é pouco conhecido e restrito principalmente a áreas de vegetação natural. Raros estudos têm sido conduzidos em áreas agricultáveis. Na Caatinga do estado de Alagoas não existe, até o momento, nenhum trabalho que busque compreender os impactos que as práticas agrícolas possam exercer sobre a diversidade e abundância da fauna de ácaros Gamasina (Mesostigmata). Os estudos de diversidade são interessantes do ponto de vista aplicado e conservacionista, visto que correspondem ao primeiro passo para compreensão dos sistemas, fornecendo base para desenvolvimento de outros trabalhos. Desta forma, com esse estudo objetivou-se realizar um inventário das espécies de ácaros edáficos, com ênfase nos Gamasina, no bioma Caatinga, em um fragmento de vegetação natural, em dois cultivos agrícolas e uma área de pastagem, em Olho d' Água das Flores, estado de Alagoas, buscando compreender quais os possíveis impactos que as áreas agricultáveis podem exercer sobre a população dos Gamasina. As coletas foram realizadas a cada três meses, durante um ano (dezembro de 2018 a agosto de 2019). De cada área e em cada coleta foram tomadas 16 amostras de solo (0-5 cm de profundidade). O material extraído foi triado e os ácaros Gamasina foram montados em lâminas com meio de Hoyer, divididos em morfoespécies e identificados, sempre que possível, até o nível de espécie. Os ácaros dos outros grupos foram apenas contabilizados. A análise dos dados foi realizada através dos programas PAST e ANAFAU, além da análise quantitativa de agrupamento Euclidiana. Os resultados obtidos indicam que a maior abundância dos ácaros Gamasina foi em vegetação natural, seguida pelos cultivos de palma, mandioca e pastagem. As espécies encontradas na vegetação natural se afastaram daquelas encontradas nas áreas de cultivo agrícola. Ascidae foi a família predominante em todas as áreas. Três gêneros e vinte espécies foram identificados como novos para a ciência. Constatou-se também a interação positiva da precipitação e a abundância dos Gamasina. Uma nova espécie de *Geogamasus* Lee (Ologamasidae), foi descrita e uma chave para a separação das espécies do gênero foi elaborada. Com os resultados obtidos espera-se fornecer subsídios para pesquisas de cunho mais aplicado, como estudos de espécies com potencial para uso no controle biológico de pragas. Esse trabalho foi pioneiro em relação ao estudo da acarofauna edáfica em áreas de cultivo na Caatinga do estado de Alagoas. Além disso, elaborou-se também um catálogo atualizado para as espécies da família Podocinidae acompanhada de uma chave para separação dos gêneros.

**Palavras-chave:** Ácaros predadores, ácaros de solo, taxonomia

## DIVERSITY OF EDAPTIC MITES GAMASINA (MESOSTIGMATA) IN THE CAATINGA BIOME IN THE STATE OF ALAGOAS, DESCRIPTION OF A NEW SPECIES, AND PREPARATION OF A CATALOG FOR THE PODOCINIDAE FAMILY

**ABSTRACT** - In Brazil, the study of the diversity of mite fauna is still incipiente and restricted mostly to areas of natural vegetation. Rare studies have been conducted in agricultural areas. In the Caatinga of Alagoas state, no work has been conducted to understand the impacts that agricultural practices may have on the diversity and abundance of the edaphic mite fauna. Diversity studies are interesting from applied and conservationist points of view, as they are the first step in understanding systems, providing a basis for the development of other works. Thus, this study aimed to carry out an inventory of edaphic mite species, with emphasis on Gamasina (Mesostigmata), in a fragment of natural vegetation the Caatinga biome, two agricultural crops and a pasture area, in Olho d 'Água das Flores, seeking to understand the possible impacts that agricultural areas can have on the population of Gamasina. Samples were collected every three months between December 2018 and August 2019. At each sampling date, 16 soil samples were taken from each area (0-5 cm deep). The extracted material was examined and the Gamasina mites were mounted on slides using Hoyer's medium, divided into morpho-species and identified, whenever possible, at the species level. Data analysis was performed using the PAST and ANAFAU programs, in addition to the quantitative analysis of the Euclidean cluster. The results obtained indicate that the greatest abundance of Gamasina mites was found in natural vegetation, followed by areas of palm and cassava crops and pasture. The species found in natural vegetation were different from those found in agricultural cultivation areas. Ascidae was the predominant family in all areas. Three genera and twenty new species were found. There was also a positive interaction between rainfall and Gamasina abundance. A new species of *Geogamasus* Lee has been described and a key to the separation of species of the genus was developed. It is expected that the results of this work will be helpful for more applied research, such as studies of species with potential for use in biological pest control. This work was a pioneer in relation to the study of edaphic mite fauna in crop areas in the Caatinga of Alagoas. In addition, an updated catalog for the species of the family Podocinidae was also prepared, accompanied by a key for separating the genera.

**Keywords:** Predatory mites, soil mites, taxonomy

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Devido ao seu grande território e suas características climáticas, o Brasil é considerado um dos países com maior biodiversidade (Araújo, 2007; Peres et al., 2011; Sousa et al., 2017). Essa diversidade está relacionada aos diferentes biomas que ocorrem no País. O território brasileiro é composto pelos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (Poletto, 2017).

A Caatinga ocupa os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e uma pequena região de Minas Gerais (MMA, 2019). Sua área total é de 844.453 km<sup>2</sup>, representando 9,9% da vegetação total do Brasil. Em Alagoas, a Caatinga ocupa cerca de 48% de toda área do estado (IBGE, 2004).

A palavra Caatinga é de origem indígena e significa “mata branca”, nome atribuído devido ao aspecto de sua vegetação durante o longo período de estiagem, característico da região. Essa peculiaridade induz ao pensamento de que esse ecossistema seja pobre em biodiversidade, tornando-o de baixo interesse ecológico, quando comparado aos demais biomas, como a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica, condição que contribui diretamente para sua degradação (Albuquerque e Costa, 2012).

A vegetação predominante na Caatinga é, em sua maioria, de porte vegetativo e arbustivo, com redução e modificação das folhas para amenizar a perda de água por evapotranspiração. As famílias de plantas lenhosas mais comuns são Anacardiaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae e Fabaceae. As suculentas comumente encontradas são Bromeliaceae e Cactaceae. E aquelas que formam a vegetação herbácea pertencem às famílias Malvaceae, Poaceae e Portulacaceae (Prado, 2003).

Nas áreas de Caatinga tem ocorrido diversas mudanças ambientais causadas pelas ações antrópicas. Essa condição deve-se ao fato de que apenas cerca de 2% de área total deste bioma é protegida legalmente, resultando na diminuição abrupta da biodiversidade e consequentes desequilíbrios ecológicos nesse ecossistema (Leal et al., 2003). Embora seja um bioma de grande relevância socioeconômica,

principalmente na região Nordeste do Brasil, existem poucas informações ecológicas disponíveis (Santana et al., 2009).

A Caatinga apresenta alto grau de endemismo de espécies (Leal et al., 2003), sendo os estudos realizados nesse bioma voltados, principalmente, para a fauna de vertebrados. Os estudos com os grupos de invertebrados dessa região são bastante escassos, sobretudo dos organismos que habitam os solos (Oliveira e Souto, 2011).

A cobertura do solo da Caatinga encontra-se bastante modificada, devido ao seu manejo inadequado. Os processos de degradação sofridos são ocasionados principalmente pelas queimadas e os desmatamentos para utilização da madeira como lenha e a expansão de pastos e cultivos agrícolas. Esses processos estão levando a diminuição e ao desaparecimento de muitas espécies, culminando em grandes perdas para esse ecossistema (Cruz et al., 2005; Araújo, 2011).

As ações antrópicas e o mau uso das terras na Caatinga podem levar esse bioma a desertificação (Oyama e Nobre, 2003). Esse processo é de extrema importância, visto que leva ao desaparecimento de espécies que ainda não foram registradas pela ciência, provocando o declínio da biodiversidade, sobretudo dos organismos edáficos. Esse é um fator crítico para o planeta, visto que a extinção de espécies é um processo irremediável que resulta na perda de informações genéticas (Joly et al., 2011).

Os organismos que habitam o solo podem ser diferenciados conforme o padrão de tamanho apresentado. A mesofauna inclui organismos que medem entre 0,2 a 2,0 mm de comprimento, dentre eles, ácaros, colêmbolas, diplura, entre outros (Melo et al., 2009; Socarrás, 2013). Muitos desses organismos participam ativamente da ciclagem de nutrientes no solo, melhorando as propriedades físicas e disponibilizando nutrientes para outros seres, além de melhorar a aeração e a filtração de água. Outros são bastante sensíveis as perturbações naturais e antrópicas, que induzem uma mudança abrupta da diversidade e abundância desses organismos, que por esse motivo são considerados bons indicadores biológicos da qualidade do solo (Socarrás, 2013).

Os ácaros são organismos de pequenas dimensões, que estão distribuídos em diversos ambientes, porém sua maior diversidade e abundância acontecem no solo, sendo encontrados com maior frequência na porção de matéria orgânica

superficial e nos primeiros centímetros do solo (Moraes e Flechtmann, 2008). Apesar de serem considerados um dos organismos mais abundantes no solo, sua diversidade está associada diretamente aos mais variados fatores ambientais, como temperatura, umidade, características do solo, além das práticas de manejo desenvolvidas em áreas agriculturáveis (Silva et al., 2007; Azevedo, 2017).

No solo, os ácaros encontrados em maior abundância, principalmente em ambientes naturais, pertencem à subordem Oribatida (ordem Sarcoptiformes). Esses ácaros são conhecidos por possuírem hábito alimentar saprófago, participando diretamente da ciclagem de nutrientes (Franklin et al., 2006; Silva, 2002; Hoy, 2011; Castilho et al., 2017).

Os ácaros da ordem Mesostigmata são encontrados em diversos ambientes, e no solo são o segundo grupo mais abundante (Castilho et al., 2015). A maioria das espécies de Mesostigmata são de vida livre, e encontram-se distribuídos em três subordens, Sejida, Trigynaspida e Monogynaspida. A predominância das espécies descritas, até o momento, é da subordem Monogynaspida. Na subordem Monogynaspida destaca-se a coorte Gamasina pelo número de espécies descritas. Dentro dessa coorte estão incluídas dez superfamílias, Arctacaroidae, Ascoidea, Dermanyssoidea, Epicroidea, Eviphidoidea, Parasitoidea, Phytoseioidea, Rhodacaroidae, Veigaioidae e Zerconoidea (Lindquist et al., 2009). Nessas superfamílias estão incluídas as principais famílias de ácaros de solo utilizados no controle biológico.

Nas últimas décadas, muitas empresas têm investido na produção em larga escala de agentes de controle biológico. Nesse sentido, muitas espécies de Gamasina têm sido estudadas e demonstrado alto potencial de predação, sendo cada vez mais exploradas para uso aplicado no controle de diversas pragas (Hoy, 2011). Em 2018, cerca de 50 espécies de ácaros eram comercializadas mundialmente para o controle biológico de pragas, sendo cerca de 45 destas pertencentes à família Phytoseiidae (Van Lenteren, 2012; Van Lenteren et al., 2018). Porém, os fitoseídeos são frequentemente encontrados na parte aérea das plantas (McMurtry et al., 2015).

Em relação aos ácaros Gamasina de solo, diversas espécies foram estudadas como agentes de controle de organismos praga (Gerson et al., 2003; Castilho et al.,

2015). No mundo, sete espécies de ácaros edáficos são comercializadas para o controle de pragas ou parasitos, pertencentes às famílias Laelapidae e Macrochelidae (Van Lenteren, 2012; Van Lenteren et al., 2018). Dentre as principais famílias de Gamasina encontradas em solos brasileiros, com potencial de predação, tem-se Ascidae, Blattisociidae e Melicharidae (Moraes et al., 2015), Laelapidae (Moreira e Moraes, 2015), Macrochelidae (Azevedo et al., 2015), Ologamasidae e Rhodacaridae (Castilho et al., 2015).

Apesar da grande diversidade e importância da fauna edáfica dos ácaros predadores, essa ainda é pouco conhecida no Brasil (Azevedo, 2017). A maioria dos estudos foram realizados em áreas de vegetação natural e estão concentrados, principalmente no estado de São Paulo (Mineiro e Moraes, 2001; Silva, 2002; Silva et al., 2004; Freire, 2007; Castilho e Moraes, 2010; Moreira et al., 2014; Santos et al., 2015; Azevedo, 2017; Junqueira, 2017).

Em Alagoas, os estudos da acarofauna de solo ainda são bastante incipientes (Duarte, 2013; Santos, 2013). Na região de Caatinga foi realizado apenas um levantamento da fauna edáfica de ácaros em ambiente natural (Santos, 2013). Ainda não foram realizados estudos em áreas de cultivo, associadas a vegetação nativa, para fazer um comparativo verificando a influência do manejo dessas áreas na dinâmica populacional desses indivíduos.

O estudo dos ácaros edáficos nos diferentes biomas brasileiros, em sistemas de cultivo associados a vegetação nativa, é de fundamental importância para verificar se o manejo das áreas para agricultura influencia na dinâmica e distribuição desses organismos, e principalmente o quanto esse manejo pode afetar a população dos ácaros Gamasina. Deste modo, pesquisas de levantamento e identificação taxonômica de espécies são consideradas o alicerce para o uso aplicado de ácaros predadores, pois fornecem base para o desenvolvimento de pesquisas aplicadas. No caso dos ácaros Gamasina, fornece as informações iniciais para o desdobramento de estudos que visam a utilização potencial desses organismos em programas de manejo de pragas na agricultura.

As identificações dos organismos encontrados em estudos de diversidade podem ser facilitadas através da elaboração de catálogos taxonômicos que fornecem relevantes informações taxonômicas das espécies contidas em uma

determinada família, agilizando as buscas e posterior identificação. Maior atenção já foi dedicada para algumas famílias de Gamasina que vem sendo encontradas com frequência em estudos de diversidade no Brasil como Rhodacaridae (Castilho et al., 2012), Ascidae, Blattisociidae e Melicharidae (Moraes et al., 2016) e Ologamasidae (Castilho et al., 2016). No entanto, para outras famílias como Podocinidae, até o momento, nenhum esforço foi dirigido para esse fim. Podocinidae consiste em uma pequena família, com trinta e oito espécies distribuídas em três gêneros *Africoseius* Krantz, *Podocinella* Evans & Hyatt e *Podocinum* Berlese. São ácaros de vida livre, algumas espécies tem sido mencionadas como predadoras, porém os aspectos biológicos desse grupo são pouco conhecido (Lindquist et al., 2009; Rueda-Ramírez et al., 2019). A compilação das informações taxonômicas dessa família em um catálogo, auxiliará nos estudos de diversidade desenvolvidos no Brasil e em outros países.

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi verificar a diversidade e abundância dos ácaros edáficos, com ênfase nos Gamasina, em áreas agricultáveis e de vegetação natural, buscando compreender quais os possíveis impactos que as áreas de cultivo podem exercer sobre a população desses ácaros, bem como a elaboração de um catálogo para as espécies da família Podocinidae e uma chave para separação dos gêneros. Além disso, uma nova espécie de *Geogamasus* Lee, foi descrita para a ciência.

Este estudo é parte integrante do projeto temático BIOTA/FAPESP (Nº 2017/12004-1), aprovado em 18 de fevereiro de 2018, que tem por objetivo realizar um levantamento da diversidade de ácaros edáficos em todos os biomas brasileiros. Procura-se comparar a diversidade, distribuição e abundância desses organismos em áreas de cultivo associadas a vegetação nativa, visando o uso desses organismos em programas de controle biológico.

## Referências

- Albuquerque FNB, Costa JS (2012) Interceptação de chuva em diferentes fisionomias de caatinga (Coreaú, CE). **Geografia Ensino & Pesquisa** 16(3): 63-75.
- Araújo MAR (2007) **Unidades de Conservação no Brasil: da República à Gestão de Classe Mundial**. Belo Horizonte: SEGRAC - Editora e Gráfica, 272 p.

Araújo SMS (2011) A Região semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica - Revista Científica da FASETE** 5(5): 89-98.

Azevedo EB (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**. 57f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Azevedo LH, Emberson RM, Esteca FCN, Moraes GJ (2015) Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer, p. 103-132.

Castilho RC, Moraes GJ (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 RC, Moraes GJ, Halliday B (2012) Catalogue of the mite family Rhodacaridae Oudemans, with notes on the classification of the Rhodacaridae (Acari: Mesostigmata). **Zootaxa** 3471: 1-69.

Castilho RC, Venancio R, Narita JPZ (2015) Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaridae and Parasitidae. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer, p. 1-31.

Castilho RC, Junqueira BR, Azevedo EB, Prado TJ (2017) Prospecção de ácaros predadores edáficos para uso no controle biológico. In: Castilho RC, Barilli DR, Truzzi CC (Eds.) **Tópicos em Entomologia Agrícola- X**. Jaboticabal: Multipress, p. 245-259.

Castilho RC, Silva ES, Moraes GJ, Halliday B (2016) Catalogue of the family Ologamasidae Ryke (Acari: Mesostigmata). **Zootaxa** 4197: 1-147.

Cruz FN, Borba GL, Abreu LRD (2005) **Ciências da natureza e realidade**. Natal: EDUFRRN, 348 p.

Duarte AF, Castilho RC, Cunha US, Moraes GJ (2016) A new species of *Binodacarus* (Acari: Mesostigmata: Rhodacaridae), with a new characterization of the genus. **Systematic & Applied Acarology** 21: 1194-1201.

Franklin E, Santos EMR, Albuquerque MIC (2006) Diversity and distribution of oribatid mites (Acari:Oribatida) in a lowland rain forest in Peru and in several environments of the Brazilian states of Amazonas, Rondônia, Roraima and Pará. **Brazilian Journal of Biology** 66: 999-1020.

Freire RAP (2007) **Ácaros predadores do Estado de São Paulo, com ênfase em Laelapidae (Acari: Mesostigmata), com o potencial de uso no controle de pragas de solo**. 290 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

Hoy MA (2011) **Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management**. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 430 p.

IBGE (2004) **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Disponível em: <<https://www2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>> Acesso em: 18 nov. 2019.

Joly CA, Haddad C, Verdade L, Oliveira M, Bolzani V, Berlinck R (2011) Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. São Paulo. **Revista USP** 89: 114-133.

Junqueira BR (2017) **Diversidade de ácaros edáficos em um fragmento de Mata Atlântica e três cultivos agrícolas, em Jaboticabal/SP, com ênfase nos Gamasina (Mesostigmata)**. 52f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (2003) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 822 p.

Lindquist EE, Krantz GW, Walter DE (2009) Order Mesostigmata. In: Krantz GW, Walter DE (Eds.) **A Manual of Acarology**. Third Edition, Lubbock, Texas: Texas Tech University Press, p. 124-232.

McMurtry JA, Sourassou NF, Demite PR (2015) The Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer, p. 133-150.

Melo FV, Brown GG, Constantino R, Louzada JNC, Luizão FJ, Moraes JW, Zanetti R (2009) A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCE** 34: 39-43.

Mineiro JLC, Moraes GJ (2001) Gamasida (Arachnida: Acari) edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology** 30: 379-385.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2018) Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>> Acesso em: 13 jun. 2019.

Moraes GJ, Flechtman CHW (2008) **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 288 p.

Moraes GJ, Britto EPJ, Mineiro JLC, Halliday B (2016) Catalogue of the mite families Ascidae Voigts & Oudemans, Blattisociidae Garman and Melicharidae Hirschmann (Acari: Mesostigmata). **Zootaxa** 4112(1): 1–299.

Moraes GJ, Venancio R, Santos VLV, Paschoal AD (2015) Potential of Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents of pest organisms. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer, p. 33-75.

Moreira GF, Moraes GJ (2015) The potencial of free-living laelapid mites (Mesostigmata: Laelapidae) as biological control agentes. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer, p. 77-102.

Moreira GF, Klompen H, Moraes GJ (2014) Redefinition of *Cosmolaelaps* Berlese (Acari: Laelapidae) and description of five new species from Brazil. **Zootaxa** 3764: 317-346.

Oliveira EM, Souto JS (2011) Mesofauna edáfica como indicadora de áreas degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 1(6): 1-9.

Oyama MD, Nobre CA (2003) A new climate-vegetation equilibrium state for tropical South America. **Geophysical Research Letters** 30(23): 5/1-5/4.

Peres MB, Vercillo UEV, Dias BFS (2011) Avaliação do estado de conservação da fauna brasileira e a lista de espécies ameaçadas: o que significa, qual sua importância, como fazer? **Revista Biodiversidade Brasileira (ICMbio)** 1: 45-48.

Poleto I (2017) **Biomass do Brasil**: da exploração à convivência. Brasília : 127 p.

Prado DE (2003) As Caatingas da América do Sul. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (Eds) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 3-74.

Rueda-Ramírez D, Santos JC, Sourassou NF, Demite PR, Puerta-González A, Moraes GJ. (2019) Complementary description of *Africoseius lativentris* and placement of *Africoseius* in Podocinidae (Acari, Mesostigmata) based on molecular and morphological evidences. **Systematic & Applied Acarology** 24: 2369–2394.

Santana JAS, Pimenta AS, Souto JS, Almeida FV, Pacheco MV (2009) Levantamento florístico e associação de espécies na caatinga da estação ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte – RN – Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 4: 83-89.

Santos JC (2013) **Ácaros (Arthropoda: Acari) edáficos do estado de Alagoas, com ênfase nos Mesostigmata**. 72f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Santos JC, Castilho RC, Silva ES, Moraes GJ (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 ES (2002) **Ácaros (Arthropoda: Acari) edáficos da Mata Atlântica e Cerrado do Estado de São Paulo, com ênfase na superfamília Rhodacaroidea**. 86f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Silva ES, Moraes GJ, Krantz GW (2004) Diversity of edaphic rhodacaroid mites (Acari: Mesostigmata: Rhodacaroidea) in natural ecosystems in the State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology** 33: 547-555.

Silva J, Casalinho H, Verona L, Schwengber J (2007) Avaliação da mesofauna (colêmbolos e ácaros) do solo em agroecossistemas de base familiar no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia** 2: 539-542.

Socarrás A (2013) Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. **Pastos y Forrajes** 36: 5-13.

Sousa IJO, Araújo S, Negreiros PS, França ARS, Rosa GS, Negreiros FS, Gonçalves RLG (2017) A diversidade da flora brasileira no desenvolvimento de recursos de saúde. **UNINGÁ Review** 31: 35-39.

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

Van Lenteren JC, Bolckmans K, Köhl J, Ravensberg WJ, Urbaneja A (2018) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl** 63: 39-59.

## **CAPÍTULO 2 – Diversidade de ácaros edáficos, com ênfase nos Gamasina (Mesostigmata), em cultivos agrícolas, pastagem e vegetação natural de Caatinga no estado de Alagoas**

**RESUMO** - O conhecimento da fauna de ácaros edáficos em solos brasileiros ainda é escasso e limitado a poucas regiões e a áreas de vegetação natural. As informações sobre a influência dos cultivos agrícolas na diversidade da acarofauna de solo ainda são incipientes. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a diversidade e abundância dos ácaros, com ênfase nos Gamasina, em áreas de vegetação natural e cultivos de palma, mandioca e pastagem localizados no bioma Caatinga no estado de Alagoas. As coletas foram realizadas a cada três meses entre dezembro de 2018 e agosto de 2019. Em cada coleta em cada área foram coletadas 16 amostras de solo. Durante o estudo, foi coletado um total de 17.173 ácaros, sendo 7.848 Oribatida (Sarcoptiformes), 4.924 Trombidiformes, 2.984 Gamasina (Mesostigmata), 1.358 Astigmatina (Sarcoptiformes) e 59 Uropodina (Mesostigmata). A vegetação natural foi a que apresentou o maior número de ácaros, seguida pelos cultivos de palma, mandioca e pastagem. Dentre os Gamasina, 11 famílias foram identificadas, sendo uma nova para ciência. A maior abundância de ácaros coletados desta coorte foi da família Ascidae (59,7%), seguida por Laelapidae (14,2%) e Rhodacaridae (10,2%). Foram encontrados 46 morfoespécies, das quais 20 são novas para ciência, distribuídas em 27 gêneros, sendo três novos para ciência. *Protogamasellus mica* Athias-Henriot, *Protogamasellus sigillophorus* Mineiro, Lindquist & Moraes e *Protogamasellus* n. sp. 3 (Ascidae) foram as espécies mais abundantes. O aumento na precipitação elevou o número de ácaros Gamasina. A análise de agrupamento indicou que as áreas de cultivo de palma e mandioca se aproximaram, enquanto a área de vegetação natural se afastou das demais. Muitas espécies encontradas nesse estudo pertencem a famílias hoje utilizadas para o controle biológico de pragas. Dessa forma, espera-se que este trabalho sirva de base para futuras pesquisas aplicadas, que visem à prospecção dos Gamasina que possam ser usados em programas de controle biológico.

**Palavras-chave:** Ácaros predadores, ácaros de solo, taxonomia

### **2.1. Introdução**

A Caatinga é um bioma inteiramente localizado no território nacional, cobrindo a maior parte da área com clima semiárido da região Nordeste do Brasil (Lima et al., 2011). As regiões semiáridas são definidas principalmente pela deficiência hídrica, com precipitações irregulares, e solos com pouca matéria orgânica. O longo período sem chuvas eleva a temperatura, determinando uma aridez sazonal (Silva, 2007).

No Brasil, o espaço geográfico mais vulnerável aos efeitos da desertificação e das mudanças climáticas é a região semiárida (Lima et al., 2011). Os solos dessa

região estão sofrendo processo acelerado e intenso de degradação em função do manejo inadequado, que tem aumentado o processo de salinização em função do desmatamento para a implantação de culturas e pastagens (Castelletti et al., 2004). O desconhecimento da complexidade desse ecossistema tem conduzido ao emprego de práticas agrícolas inapropriadas que impulsionam ou reforçam a entropia no bioma (Silva, 2007).

Por efeito da falta de medidas conservativas, a Catinga pode ser considerada como um dos biomas mais ameaçados, devido às perturbações antrópicas sofridas. Esse tem sido apontado como o terceiro ecossistema brasileiro mais modificado pelas ações humanas. Apesar das informações obtidas até o momento, é impossível determinar o quanto desse bioma já foi degradado (Castelletti et al., 2004). Em 2007, dados da Embrapa (2007) já indicavam que possivelmente mais de 50 % das áreas de Caatinga já tinham sofrido alguma modificação ou já estavam danificadas. Esses fatores estão relacionados com a perda da sua cobertura vegetal e consequentemente na abrupta redução da sua biodiversidade, condição que pode levar ao deslocamento de espécies que habitam esse ecossistema, culminando em perdas irreparáveis para o biosistema.

As espécies que habitam a Caatinga apresentam adaptações que as permitem tolerar as condições secas desse ecossistema. Devido às características peculiares desse ambiente, é possível observar um alto grau de endemismo. Porém, em consequência do reduzido número de estudos nessa região, principalmente da fauna de invertebrados, pouco se conhece a respeito da sua biodiversidade (Bucher, 1982; Barros, 2003). Esse fato sugere uma necessidade iminente de pesquisas destinadas ao conhecimento da sua heterogeneidade biológica, particularmente para fomentar sua conservação e potencialidades bióticas, contribuindo para sua preservação (Barros, 2003).

Dentre os grupos comumente encontrados no solo, os ácaros podem corresponder a 50% dos organismos, principalmente em áreas de vegetação natural (Adis, 1988; Steffen et al., 2007; Azevedo, 2017). Os ácaros da coorte Gamasina (Mesostigmata) correspondem ao segundo grupo mais abundante no solo. O hábito alimentar desse grupo é diversificado, porém a maioria é predadora de outros artrópodes como ácaros e insetos (Lindquist et al., 2009).

O comportamento predatório dos Gamasina tem tornado estes organismos alvo de pesquisas para utilização no controle biológico (Castilho et al., 2015). Estudos recentes têm evidenciado a capacidade predatória de novas espécies de ácaros edáficos que indicam seu potencial para utilização no controle biológico de pragas nos mais variados ambientes onde são encontrados (Castilho et al., 2019).

Mundialmente sete espécies de ácaros de solo são comercializadas para o controle de pragas edáficas ou que passam pelo menos uma fase do seu ciclo neste ambiente. Estas pertencem a três famílias, como se segue: Laelapidae - *Androlaelaps casalis* Berlese (Europa), *Gaeolaelaps aculeifer* (Canestrini) (Europa, África do Norte, América do Norte, Ásia, Austrália e Nova Zelândia), *Gaeolaelaps gillespiei* Beaulieu (América do Norte), *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Europa, América Latina) e *Stratiolaelaps miles* (Berlese) (Europa, América do Norte, Austrália e Nova Zelândia); Macrochelidae - *Macrocheles robustulus* (Berlese) (Europa); e Parasitidae - *Pergamasus quisquiliarum* (Canestrini) (Europa) (Van Lenteren, 2012; Van Lenteren et al., 2018).

No Brasil, *S. scimitus* é a única espécie comercializada para o controle biológico de pragas de solo, sendo utilizada para o controle de Sciaridae (Diptera) e tripes (Tysanoptera) (Castilho et al., 2019). Esta realidade não é compatível com a vasta biodiversidade do país.

Entre os Gamasina encontradas no solo do Brasil, algumas espécies de Laelapidae (Moreira e Moraes, 2015), Macrochelidae (Azevedo et al., 2015, 2018), Ascidae (Moraes et al., 2015), Parasitidae (Castilho et al., 2015) e da superfamília Rhodacaroidea (Castilho et al., 2015; Prado, 2018) têm apresentado resultados promissores em testes preliminares no controle biológico de algumas pragas como nematoides, moscas e tripes.

Muito pouco se sabe sobre a fauna de ácaros edáficos da Caatinga (Santos, 2013; Santos, et al., 2015a; Santos, et al., 2015b;), porém o bioma tem revelado peculiaridades, como a presença de espécies ainda não registradas pela ciência que podem ter uma aplicabilidade no uso prático. Conhecer a biodiversidade dos ácaros edáficos neste bioma, bem como os fatores bióticos e abióticos que alteram a sua diversidade e abundância, é o primeiro passo para o investimento em pesquisas de

cunho prático conservacionistas ou que visam a aplicabilidade desses organismos, como por exemplo a prospecção de espécies para uso no controle biológico.

O objetivo deste estudo foi verificar a diversidade e abundância dos ácaros edáficos, com ênfase nos Gamasina, em duas áreas de cultivo agrícola (palma e mandioca), uma de pastagem, além da vegetação natural, em uma região do bioma Caatinga no estado de Alagoas, buscando compreender a dinâmica desses organismos em sistemas agrícolas e naturais.

As hipóteses avaliadas neste trabalho foram:

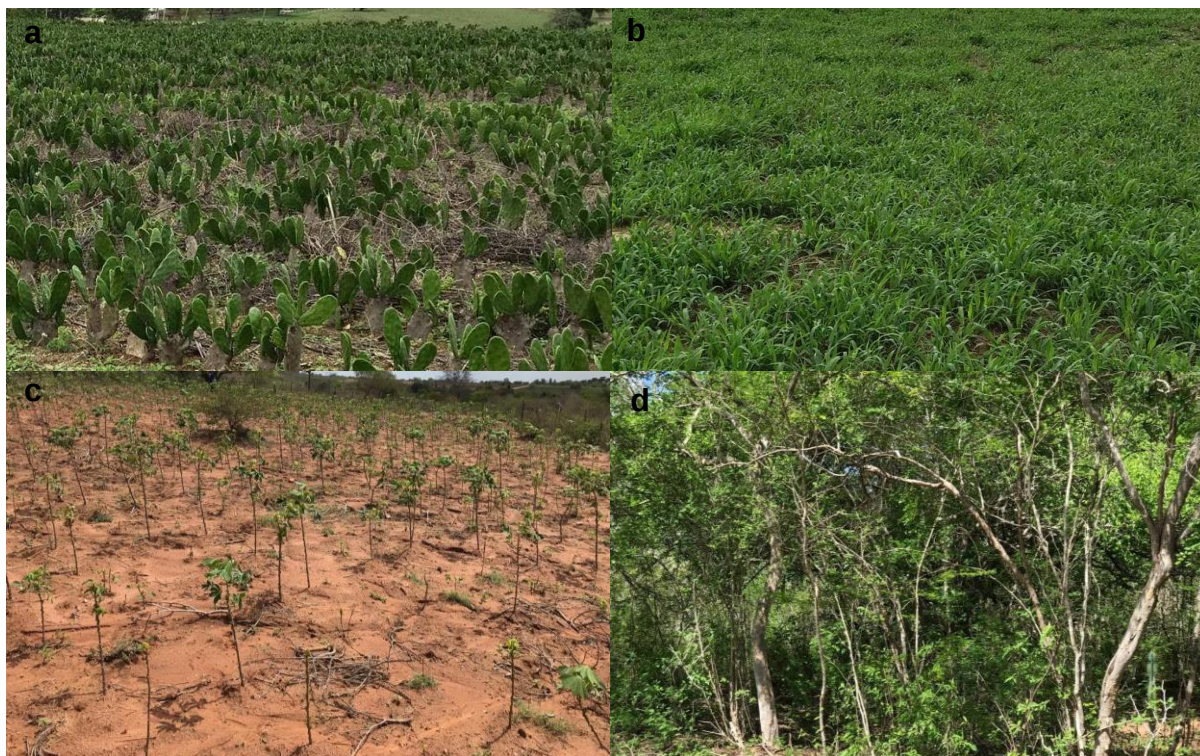
- a) Em áreas de Caatinga, as atividades agropastoris reduzem a diversidade e a abundância, modificando a estrutura da comunidade dos Gamasina no solo, em comparação com o que se observa em áreas de vegetação natural;
- b) Considerando a singularidade das condições ecológicas deste bioma, um número considerável de novas espécies para a ciência será aí encontrado.

## 2.2. Material e métodos

### 2.2.1. Localização e características climáticas das áreas de coleta

O estudo foi conduzido no município de Olho d'Água das Flores, região oeste do estado de Alagoas. As coletas foram realizadas em um cultivo de palma forrageira [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (Cactaceae)] (9°32'03.8"S 37°16'27.9"W), um cultivo de mandioca [*Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae)], (9°31'36.8"S 37°15'55.8"W), uma área de pastagem [*Brachiaria (Trinius)* Grisebach (Poaceae)]. (9°32'02.9"S 37°16'33.0"W) além da vegetação nativa de Caatinga (9°33'37.6"S 37°16'07.8"W) (Figura 1).

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, esta região apresenta clima seco e quente (BSh), com precipitação média anual entre 380 e 760 mm. A variação pluviométrica na região entre 2015 e 2019 foi de 367 a 678 mm (SEMAAL, 2019).



**Figura 1.** Áreas de coleta em cultivo de palma (a), pastagem (b), cultivo de mandioca (c) e vegetação natural de Caatinga (d) – Olho d’Água das Flores, AL.

### 2.2.2. Caracterização das áreas

A vegetação natural consistia em um fragmento isolado com cerca de 5 ha, próximo de áreas habitadas. A região possuía plantas de porte arbustivo e árvores de porte baixo. As principais espécies que compunham o ecossistema de estudo eram a Catingueira [*Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz (Leguminosae)], Juazeiro [*Ziziphus joazeiro* Martius (Rhamnaceae)], Marmeleiro [*Croton blanchetianus* Baill (Euphorbiaceae)], Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Apocynaceae)] e a Braúna-do-sertão [*Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae)].

A área de pastagem era de cerca de 25 ha, sendo coberta por capim do subgênero *Brachiaria* (*Trinius*) Grisebach (Poaceae). Durante as épocas de coleta não foram observados a presença de rebanhos no campo.

A área com cultivo de mandioca era cerca de 1,5 ha, com espaçamento entre plantas de 50 x 50 cm. A área com cultivo de palma era cerca de 2 ha com espaçamento entre plantas de 1m x 20 cm. Os tratos culturais em ambas áreas

foram capinas periódicas e, no cultivo de palma, adubação orgânica (período de adubação não fornecido).

### **2.2.3. Coleta das amostras**

Os ácaros foram obtidos de amostras de solo coletadas aproximadamente a cada três meses, durante um ano (12 de dezembro de 2018, 3 de março, 18 de junho e 27 de agosto de 2019). Dezesseis amostras foram coletadas de cada tratamento em cada data de amostragem, tomadas aleatoriamente, mas espaçadas entre si por pelo menos 10 m.

Cada amostra foi tomada com auxílio de um cilindro metálico (9 cm x 5 cm em diâmetro externo e altura, respectivamente) inserido no solo com a ajuda de uma marreta. Cada cilindro com o solo foi colocado em um pote plástico de 500 ml, devidamente vedado e então colocado em uma caixa de poliestireno fria com gelo reutilizável gelo-x<sup>®</sup> para evitar a mortalidade dos ácaros de cada amostra. O material coletado foi transportado ao Laboratório de Entomologia/Acarologia do câmpus de Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas para a extração dos ácaros.

### **2.2.4. Extração**

A extração dos ácaros foi feita colocando-se as amostras em um equipamento do tipo Berlese-Tullgren modificado (Oliveira et al., 2001). Esse equipamento é composto por uma caixa de madeira dividida em dois compartimentos por uma placa de poliestireno. O compartimento superior contém a fonte de luz e calor, onde as amostras são depositadas. O compartimento inferior, contém os funis e os frascos coletores, com uma solução de álcool 70% para o recebimento dos ácaros.

A extração foi realizada por um período de sete dias. No primeiro dia as luzes foram mantidas apagadas; a partir do segundo dia as luzes foram acesas e a intensidade luminosa foi aumentada diariamente cerca de 5°C até que a temperatura na unidade de extração atingisse cerca de 50°C.

As lâmpadas atuam como fonte de luz e calor, fazendo com que as amostras sejam desidratadas gradualmente de cima para baixo, durante o processo de extração. O calor e a luminosidade forçam a migração dos ácaros para o compartimento inferior da caixa, visto que os esses organismos apresentam um

fototropismo negativo. Desse modo, os ácaros e demais artrópodes caem nos frascos coletores com solução de álcool 70%.

#### **2.2.5. Triagem e identificação**

O material extraído foi enviado para Laboratório de Taxonomia e Controle Biológico da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Jaboticabal, estado de São Paulo. O conteúdo de cada frasco foi transferido para uma placa de Petri e observado sob estereomicroscópio. Os ácaros Gamasina foram montados em lâminas, utilizando meio de Hoyer. Após a montagem, as lâminas foram mantidas em estufa (45-50°C), por um período de 10 dias, para secagem e clareamento das estruturas. Os ácaros de outros grupos foram identificados até o nível de ordem ou subordem, contabilizados e separados em frascos com álcool 70% para possíveis estudos de outros pesquisadores.

As fêmeas adultas de Gamasina foram identificadas até gênero, sob microscópio óptico de contraste de fases (Carl Zeiss/Primo Star), 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. Em seguida, foram identificadas ao nível de morfoespécies, sendo em seguida identificadas pelo examinando das descrições originais e de redescrições, em acervo disponível na UNESP/FCAV e na ESALQ/USP.

Os ácaros examinados neste estudo foram depositados na Coleção de Referência de Insetos e Ácaros do UNESP Jaboticabal e na Coleção de Referência de Ácaros do Laboratório de Acarologia da ESALQ/USP. Todos os dados obtidos foram inseridos no projeto BIOTA/FAPESP.

#### **2.2.6. Análises ecológicas**

As análises foram realizadas através do programa computacional Past (Hammer et al., 2013), determinando-se os índices de riqueza (S), diversidade (H') e equitabilidade (J) de Shannon. Índices de frequência (porcentagem de indivíduos de um táxon em relação ao total de indivíduos), abundância (número de indivíduos por unidade de área), 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) e constância (porcentagem de táxons presentes durante o levantamento populacional) foram calculados pelo programa ANAFAU (Moraes e Haddad, 2003). Gráficos foram construídos utilizando o programa Sigmaplot 12.3.

A abundância de ácaros encontradas nas áreas de cultivo e na vegetação natural foram submetidos à Análise de Cluster pelo método hierárquico com distância euclidiana, através do software RGui 3.4.0 (R Development Core Team, 2020), utilizando o pacote BiodiversityR (Kindt, 2005), a comunidade de Gamasina encontrada nas áreas de estudo foi comparada pelo índice de similaridade entre as áreas, buscando agrupar as comunidades de ácaros Gamasina como medida de semelhança entre as unidades amostrais.

### 2.3. Resultados

Somando as quatro coletas realizadas, 17.173 ácaros foram coletados (adultos e imaturos), dentre os quais cerca de 45% pertenciam à subordem Oribatida, seguidos pela ordem Trombidiformes (28%) e coorte Gamasina (17%) (Tabela 1). O maior número de ácaros foi encontrado na vegetação natural (cerca de 42,2% dos ácaros coletados), seguida dos cultivos de palma (20,5%), mandioca (18,8%) e pastagem (18,5%).

**Tabela 1.** Abundância de ácaros em áreas de cultivo de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d' Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018; março, junho e agosto de 2019).

| Táxons                     | Áreas de coleta |          |          |                   | Total |
|----------------------------|-----------------|----------|----------|-------------------|-------|
|                            | Palma           | Pastagem | Mandioca | Vegetação natural |       |
| Sarcoptiformes – Oribatida | 1.300           | 1.053    | 1.099    | 4.396             | 7.848 |
| Mesostigmata – Gamasina    | 720             | 701      | 583      | 980               | 2.984 |
| Mesostigmata – Uropodina   | 41              | 10       | 8        | -                 | 59    |
| Sarcoptiformes             | 376             | 288      | 285      | 409               | 1.358 |

|                   |              |              |              |              |               |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| – Astigmatina     |              |              |              |              |               |
| Trombidiformes    | 1.079        | 1.116        | 1.254        | 1.475        | 4.924         |
| <b>Total/área</b> | <b>3.516</b> | <b>3.168</b> | <b>3.229</b> | <b>7.260</b> | <b>17.173</b> |

### 2.3.1. Interação habitat x época

Ao considerar as diferentes épocas e áreas de coleta separadamente, diferenças foram observadas. Em dezembro de 2018, Oribatida foi o grupo mais encontrado na vegetação natural e nos cultivos de palma e mandioca (Tabela 2). Na pastagem, os Trombidiformes e Astigmatina foram mais abundantes. Os Gamasina foram o segundo grupo em maior abundância nas áreas de palma e mandioca. Na pastagem e na vegetação natural, Gamasina foi o terceiro e quarto mais abundante, respectivamente, em que os Astigmatina apresentaram valores superiores a esse grupo.

**Tabela 2.** Total de ácaros encontrados na coleta de dezembro de 2018 em áreas de cultivo de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d'Água das Flores, Alagoas.

| Táxons                       | Áreas de coleta |            |            |                   | Total        |
|------------------------------|-----------------|------------|------------|-------------------|--------------|
|                              | Palma           | Pastagem   | Mandioca   | Vegetação natural |              |
| Mesostigmata – Gamasina      | 127             | 109        | 107        | 175               | 518          |
| Mesostigmata – Uropodina     | 0               | 0          | 0          | 0                 | 0            |
| Sarcoptiformes – Oribatida   | 137             | 70         | 204        | 966               | 1.377        |
| Sarcoptiformes – Astigmatina | 87              | 200        | 62         | 194               | 543          |
| Trombidiformes               | 106             | 201        | 90         | 499               | 896          |
| <b>Total/ área</b>           | <b>457</b>      | <b>580</b> | <b>463</b> | <b>1.834</b>      | <b>3.334</b> |

Na coleta realizada em março de 2019, Oribatida foi o grupo mais abundante na vegetação natural e cultivo de mandioca (Tabela 3). Na pastagem e no cultivo de palma, os Trombidiformes foram os mais abundantes. Os Gamasina foi o terceiro

grupo em maior abundância nestas áreas, exceto no cultivo de mandioca, onde o número de Astigmatina foi superior.

**Tabela 3.** Total de ácaros encontrados na coleta de março de 2019 em áreas de cultivo de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d' Água das Flores, Alagoas.

| Táxons                       | Áreas de coleta |            |            |                   | Total        |
|------------------------------|-----------------|------------|------------|-------------------|--------------|
|                              | Palma           | Pastagem   | Mandioca   | Vegetação natural |              |
| Mesostigmata – Gamasina      | 344             | 180        | 135        | 179               | 838          |
| Mesostigmata – Uropodina     | 24              | 0          | 1          | 0                 | 25           |
| Sarcoptiformes – Oribatida   | 395             | 242        | 324        | 1.123             | 2.084        |
| Sarcoptiformes – Astigmatina | 182             | 60         | 170        | 149               | 561          |
| Trombidiformes               | 469             | 326        | 237        | 307               | 1.339        |
| <b>Total/ área</b>           | <b>1.414</b>    | <b>808</b> | <b>867</b> | <b>1.758</b>      | <b>4.847</b> |

Na distribuição dos grupos na coleta de junho de 2019, os oribatídeos constituíram o grupo mais abundante nas áreas de cultivo de palma e na vegetação natural (Tabela 4). Na pastagem e no cultivo de mandioca, os Trombidiformes foram os mais abundantes. Os Mesostigmata corresponderam ao terceiro grupo mais abundante em todas as áreas, exceto na pastagem, onde constituíram o segundo grupo mais abundante.

**Tabela 4.** Total de ácaros encontrados na coleta de junho de 2019 em áreas de cultivo de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d' Água das Flores, Alagoas.

| Táxons                       | Áreas de coleta |          |          |                   | Total |
|------------------------------|-----------------|----------|----------|-------------------|-------|
|                              | Palma           | Pastagem | Mandioca | Vegetação natural |       |
| Mesostigmata – Gamasina      | 131             | 263      | 158      | 265               | 817   |
| Mesostigmata – Uropodina     | 0               | 0        | 3        | 0                 | 3     |
| Sarcoptiformes – Oribatida   | 466             | 204      | 361      | 787               | 1.818 |
| Sarcoptiformes – Astigmatina | 76              | 22       | 34       | 52                | 184   |

|                   |            |            |              |              |              |
|-------------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Trombidiformes    | 301        | 453        | 622          | 286          | 1.662        |
| <b>Total/área</b> | <b>974</b> | <b>942</b> | <b>1.178</b> | <b>1.390</b> | <b>4.484</b> |

Na coleta de agosto de 2019, os oribatídeos foram o grupo mais abundante no cultivo de palma, pastagem e vegetação natural (Tabela 5). No cultivo de mandioca, os Trombidiformes foram os mais abundantes. Como na coleta anterior, os Mesostigmata foram o terceiro grupo mais abundante em todas as áreas, exceto na área de pastagem, onde foi o segundo grupo mais abundante.

**Tabela 5.** Total de ácaros encontrados na coleta de agosto de 2019 em áreas de cultivo de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d'Água das Flores, Alagoas.

| Táxons                       | Áreas de coleta |            |            |                   | Total        |
|------------------------------|-----------------|------------|------------|-------------------|--------------|
|                              | Palma           | Pastagem   | Mandioca   | Vegetação natural |              |
| Mesostigmata – Gamasina      | 118             | 149        | 183        | 361               | 811          |
| Mesostigmata – Uropodina     | 17              | 10         | 4          | 0                 | 31           |
| Sarcoptiformes – Oribatida   | 302             | 537        | 210        | 1.520             | 2.569        |
| Sarcoptiformes – Astigmatina | 31              | 6          | 19         | 14                | 70           |
| Trombidiformes               | 203             | 136        | 305        | 383               | 1.027        |
| <b>Total/ área</b>           | <b>671</b>      | <b>838</b> | <b>721</b> | <b>2.278</b>      | <b>4.508</b> |

### 2.3.2. Diversidade de Ácaros Gamasina (Mesostigmata)

Gamasina pertencentes a onze famílias foram encontrados, incluindo representantes de uma família ainda não descrita. Nove famílias de Gamasina foram registradas na vegetação natural e no cultivo de mandioca, oito para pastagem e cinco no cultivo de palma (Tabela 6).

**Tabela 6.** Total e proporções das famílias de Gamasina (fêmeas adultas) identificados em cultivos de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d'Água das Flores, Alagoas - dezembro de 2018, março, junho e agosto de 2019

| Áreas de coleta |
|-----------------|
|-----------------|

| Famílias       | Palma      |            | Pastagem   |            | Mandioca   |            | Vegetação natural |            |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|------------|
|                | Total      | (%)        | Total      | (%)        | Total      | (%)        | Total             | (%)        |
| Ascidae        | 290        | 61,3       | 171        | 51,5       | 98         | 56,0       | 391               | 64,0       |
| Blattisociidae | 19         | 4,0        | 24         | 7,2        | 16         | 9,1        | 61                | 10,0       |
| Laelapidae     | 72         | 15,2       | 71         | 21,4       | 14         | 8          | 70                | 11,4       |
| Macrochelidae  | 56         | 11,8       | 9          | 7,2        | 5          | 2,8        | 10                | 1,6        |
| Melicharidae   | 0          | 0          | 0          | 0          | 5          | 2,8        | 1                 | 0,2        |
| Ologamasidae   | 0          | 0          | 2          | 0,6        | 2          | 1,1        | 7                 | 1,2        |
| Phytoseiidae   | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 2                 | 0,3        |
| Podocinidae    | 0          | 0          | 4          | 1,2        | 5          | 2,8        | 4                 | 0,6        |
| Rhodacaridae   | 36         | 7,6        | 28         | 8,4        | 29         | 16,6       | 65                | 10,7       |
| Sejidae        | 0          | 0          | 1          | 0,3        | 1          | 0,6        | 0                 | 0          |
| Nova família   | 0          | 0          | 22         | 6,6        | 0          | 0          | 0                 | 0          |
| <b>Total</b>   | <b>473</b> | <b>100</b> | <b>332</b> | <b>100</b> | <b>175</b> | <b>100</b> | <b>611</b>        | <b>100</b> |

Ascidae foi a família mais abundante, representando 59,7% do total de Gamasina coletados em todas as áreas, seguido por Laelapidae (14,2%) e Rhodacaridae (10,2%). Ascidae também foi a família mais abundante em cada uma das áreas de coleta, representando cerca de 64, 61, 56 e 51% dos Gamasina coletados na vegetação natural, cultivo de mandioca, cultivo de palma e pastagem, respectivamente.

Laelapidae foi a segunda família mais abundante no cultivo de palma (15,2%) e na pastagem (21,4%), enquanto Rhodacaridae foi a segunda família mais abundante no cultivo de mandioca (16,6%). Na vegetação natural, Laelapidae e Rhodacaridae foram encontradas na proporção 11,4 e 10,7%, sendo as mais abundantes após Ascidae. Macrochelidae teve um número mais expressivo apenas no cultivo de palma (11,8%), porém no total das coletas representou apenas 5% do total dos Gamasina coletados.

Os Gamasina encontrados pertenciam a 46 morfoespécies, das quais 21 eram novas para ciência (Tabela 7), distribuídas em 27 gêneros, sendo três novos para ciência. A maior diversidade de gêneros foi observada para Rhodacaridae,

Laelapidae, Ascidae e Blattisociidae, respectivamente com cinco, quatro, quatro e três gêneros cada. As famílias com maior abundância de espécies foram Laelapidae (12), Ascidae (10) e Rhodacaridae (8). O maior número de espécies foi observado na vegetação natural (28), seguida da pastagem (27), palma (22) e mandioca (20).

**Tabela 7.** Diversidade e abundância de ácaros Mesostigmata coletadas em áreas de cultivos de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d'Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018; março, junho e agosto de 2019)

|                                      | Áreas de Coleta |          |          |                   |       |
|--------------------------------------|-----------------|----------|----------|-------------------|-------|
|                                      | Palma           | Pastagem | Mandioca | Vegetação natural | Total |
| Monogynaspida (Gamalina)             |                 |          |          |                   |       |
| Família/ espécie                     |                 |          |          |                   |       |
| <b>Ascidae</b>                       |                 |          |          |                   |       |
| <i>Antennoseius n. sp.</i>           | 0               | 1        | 0        | 0                 | 1     |
| <i>Asca sp.</i>                      | 4               | 39       | 0        | 66                | 109   |
| <i>Gamasellodes n. sp.</i>           | 71              | 7        | 5        | 31                | 114   |
| <i>Protogamasellus mica</i>          | 75              | 37       | 29       | 262               | 403   |
| <i>Protogamasellus massula</i>       | 5               | 1        | 0        | 0                 | 6     |
| <i>Protogamasellus sigillophorus</i> | 65              | 32       | 47       | 14                | 158   |
| <i>Protogamasellus n. sp. 1</i>      | 0               | 2        | 1        | 1                 | 4     |
| <i>Protogamasellus n. sp. 2</i>      | 4               | 1        | 0        | 0                 | 5     |
| <i>Protogamasellus n. sp. 3</i>      | 66              | 45       | 16       | 17                | 144   |
| <i>Protogamasellus n. sp. 4</i>      | 0               | 6        | 0        | 0                 | 6     |
| <b>Blattisociidae</b>                |                 |          |          |                   |       |
| <i>Blattisocius n. sp.</i>           | 0               | 5        | 0        | 0                 | 5     |
| <i>Cheiroseius xerophilus</i>        | 0               | 0        | 0        | 39                | 39    |
| <i>Lasioseius n. sp.</i>             | 19              | 19       | 16       | 22                | 76    |
| <b>Laelapidae</b>                    |                 |          |          |                   |       |
| <i>Cosmolaelaps n. sp. 1</i>         | 0               | 0        | 2        | 4                 | 6     |
| <i>Cosmolaelaps n. sp. 2</i>         | 0               | 0        | 2        | 33                | 35    |
| <i>Cosmolaelaps n. sp. 3</i>         | 0               | 1        | 0        | 0                 | 1     |
| <i>Cosmolaelaps confinisetarum</i>   | 24              | 1        | 2        | 7                 | 34    |
| <i>Cosmolaelaps vacuus</i>           | 0               | 0        | 0        | 1                 | 1     |
| <i>Gaeolaelaps n. sp. 1</i>          | 2               | 2        | 0        | 0                 | 4     |
| <i>Gaeolaelaps n. sp. 2</i>          | 0               | 0        | 0        | 2                 | 2     |
| <i>Gaeolaelaps n. sp. 3</i>          | 4               | 0        | 0        | 1                 | 5     |
| <i>Gaeolaelaps n. sp. 4</i>          | 4               | 0        | 0        | 1                 | 5     |
| <i>Gaeolaelaps sp. 5</i>             | 27              | 64       | 4        | 21                | 116   |
| <i>Oolopticus reticulatus</i>        | 10              | 3        | 4        | 0                 | 17    |
| <i>Pneumolaelaps sp.</i>             | 1               | 0        | 0        | 0                 | 1     |

|                                           |            |            |            |            |              |
|-------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| <b>Macrochelidae</b>                      |            |            |            |            |              |
| <i>Holostaspella bifoliata</i>            | 55         | 6          | 5          | 2          | 68           |
| <i>Macrocheles merdarius</i>              | 0          | 0          | 0          | 8          | 8            |
| <i>Macrocheles roquensis</i>              | 1          | 0          | 0          | 0          | 1            |
| <i>Macrocheles</i> sp.                    | 0          | 3          | 0          | 0          | 3            |
| <b>Melicharidae</b>                       |            |            |            |            |              |
| <i>Proctolaelaps</i> n. sp.               | 0          | 0          | 5          | 0          | 5            |
| Novo gênero (n. gen.)                     | 0          | 0          | 0          | 1          | 1            |
| <b>Ologamasidae</b>                       |            |            |            |            |              |
| <i>Euepicrius</i> sp.                     | 0          | 0          | 0          | 5          | 5            |
| <i>Geogamasus</i> n. sp.                  | 0          | 2          | 2          | 2          | 6            |
| <b>Phytoseiidae</b>                       |            |            |            |            |              |
| <i>Transeius</i> n. sp.                   | 0          | 0          | 0          | 1          | 1            |
| <i>Proprioseiopsis cannaensis</i>         | 0          | 0          | 0          | 1          | 1            |
| <b>Podocinidae</b>                        |            |            |            |            |              |
| <i>Africoseius areolatus</i>              | 0          | 0          | 0          | 4          | 4            |
| <i>Podocinum</i> sp.                      | 0          | 4          | 5          | 0          | 9            |
| <b>Rhodacaridae</b>                       |            |            |            |            |              |
| <i>Afrodacarellus</i> sp. 2               | 0          | 1          | 1          | 0          | 2            |
| <i>Afrodacarellus citri</i>               | 1          | 3          | 0          | 0          | 4            |
| <i>Multidentorhodacarus tocantinenses</i> | 3          | 0          | 0          | 1          | 4            |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 1      | 9          | 12         | 22         | 29         | 72           |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 2      | 3          | 12         | 4          | 34         | 53           |
| <i>Protogamasellopsis zaheri</i>          | 20         | 0          | 2          | 0          | 22           |
| Novo gênero (n. gen.)                     | 0          | 0          | 0          | 1          | 1            |
| <b>Nova Família (fam. n.)</b>             | 0          | 22         | 0          | 0          | 22           |
| Sejida                                    |            |            |            |            |              |
| <b>Sejidae</b>                            |            |            |            |            |              |
| <i>Sejidae</i> sp.                        | 0          | 1          | 1          | 0          | 2            |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>473</b> | <b>332</b> | <b>175</b> | <b>611</b> | <b>1.591</b> |

Em todo estudo, as espécies mais abundantes foram *Protogamasellus mica* (Athias-Henriot), *Protogamasellus sigillophorus* Mineiro, Lindquist & Moraes e *Protogamasellus* n. sp. 3, todas da família Ascidae. Dez espécies ocorreram nas quatro áreas de coleta.

No cultivo de palma, *P. mica* e *Gamasellodes* n. sp. (Ascidae) foram os mais abundantes, representando respectivamente 15,8 e 15% dos Gamasina coletados. *Pneumolaelaps* sp. (Laelapidae) e *Macrocheles roquensis* Mendes & Lizaso (Macrochelidae) foram encontradas exclusivamente nesse ambiente.

Na pastagem, *Gaeolaelaps* sp. 5 (Laelapidae) foi o Gamasina mais abundante (19,3%), seguido por *Protogamasellus* n. sp. 3 (13,5%). *Antennoseius* n. sp. (Ascidae), *Blattisocius* n. sp. 1 (Blattisociidae), *Cosmolaelaps* n. sp. 3 (Laelapidae), *Macrocheles* sp. (Macrochelidae) e espécies pertencentes a uma família não descrita foram encontradas exclusivamente nesta área.

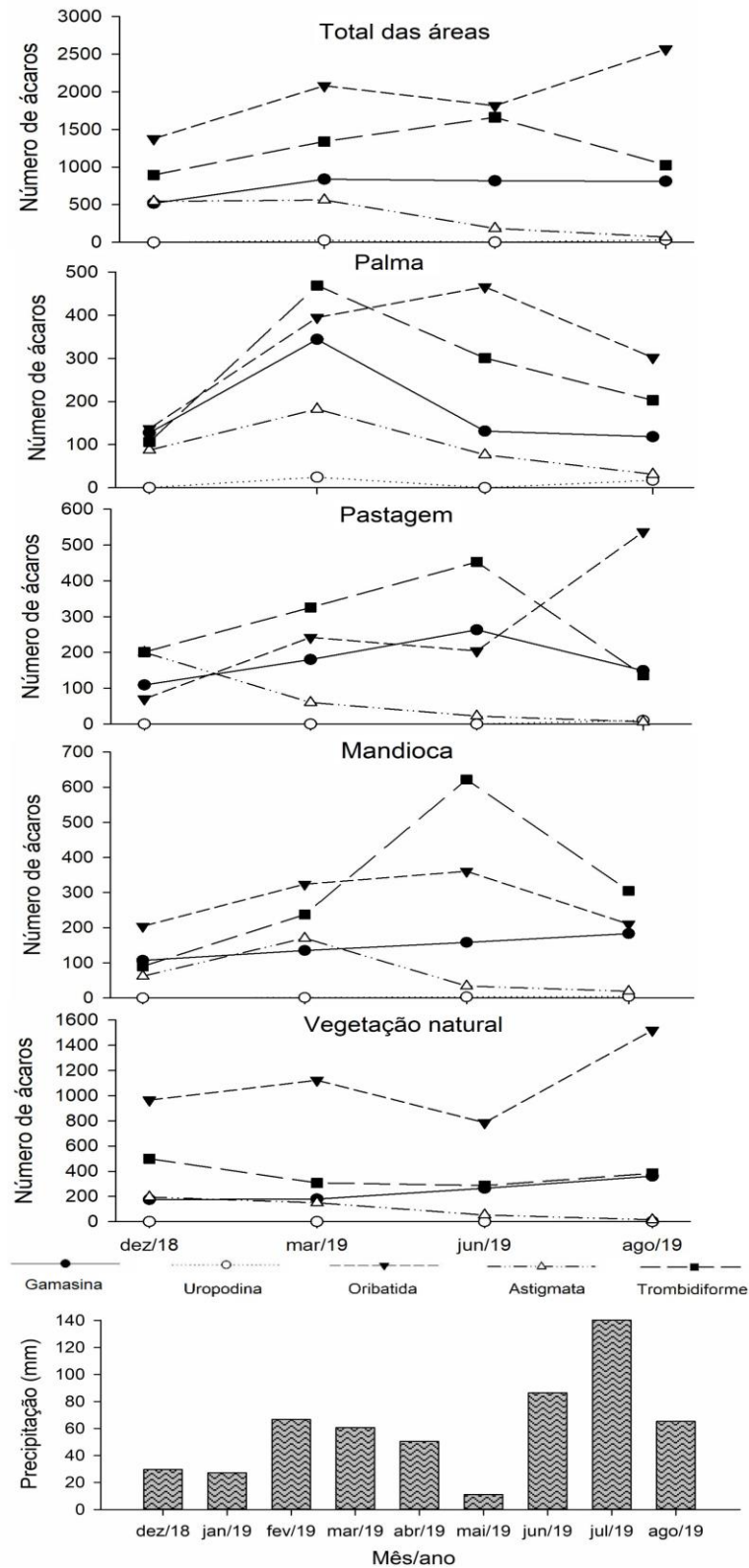
No cultivo de mandioca, as espécies mais abundantes foram *P. sigillophorus* e *P. mica* (26,8 e 16,6%). *Proctolaelaps* n. sp. 1 (Melicharidae) foi encontrada somente nesta área.

Na vegetação natural, 42,9% dos Gamasina encontrados eram *P. mica*. *Asca* sp. (Ascidae) representou 10,8% dos Gamasina coletados. As espécies *Africoseius areolatus* Krantz (Podocinidae), *Cheiroseius xerophilus* Santos, Furtado & Moraes (Blattisociidae), *Cosmolaelaps vacuus* (Michael) (Laelapidae), *Euepicrius* sp. (Ologamasidae), *Gaeolaelaps* n. sp. 2 (Laelapidae), *Macrocheles merdarius* (Berlese) (Macrochelidae), *Proprioseiopsis cannaensis* (Muma) (Phytoseiidae), *Transeius* n. sp. (Phytoseiidae), e espécies de um novo gênero de Melicharidae e Rhodacaridae, foram encontradas apenas em vegetação natural.

### **2.3.3. Efeito da precipitação sobre os grupos de ácaros encontrados**

No cultivo de palma, a maior abundância de todos os grupos de ácaros ocorreu na segunda coleta (março de 2019), exceto para Oribatida, que continuou aumentando até a terceira coleta (junho de 2019) (Figura 2). Na quarta coleta (agosto de 2019) a abundância de todos os grupos decresceu.

Na área de pastagem, os Gamasina e os Trombidiformes aumentaram a abundância da primeira para a terceira coleta, e decresceram na quarta coleta. Os



**Figura 2.** Abundância dos Astigmatina, Gamasina, Oribatida, Trombidiformes e Uropodina em cultivo de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d' Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018, março,

junho e agosto de 2019) associada a precipitação de dezembro de 2018 a agosto de 2019.

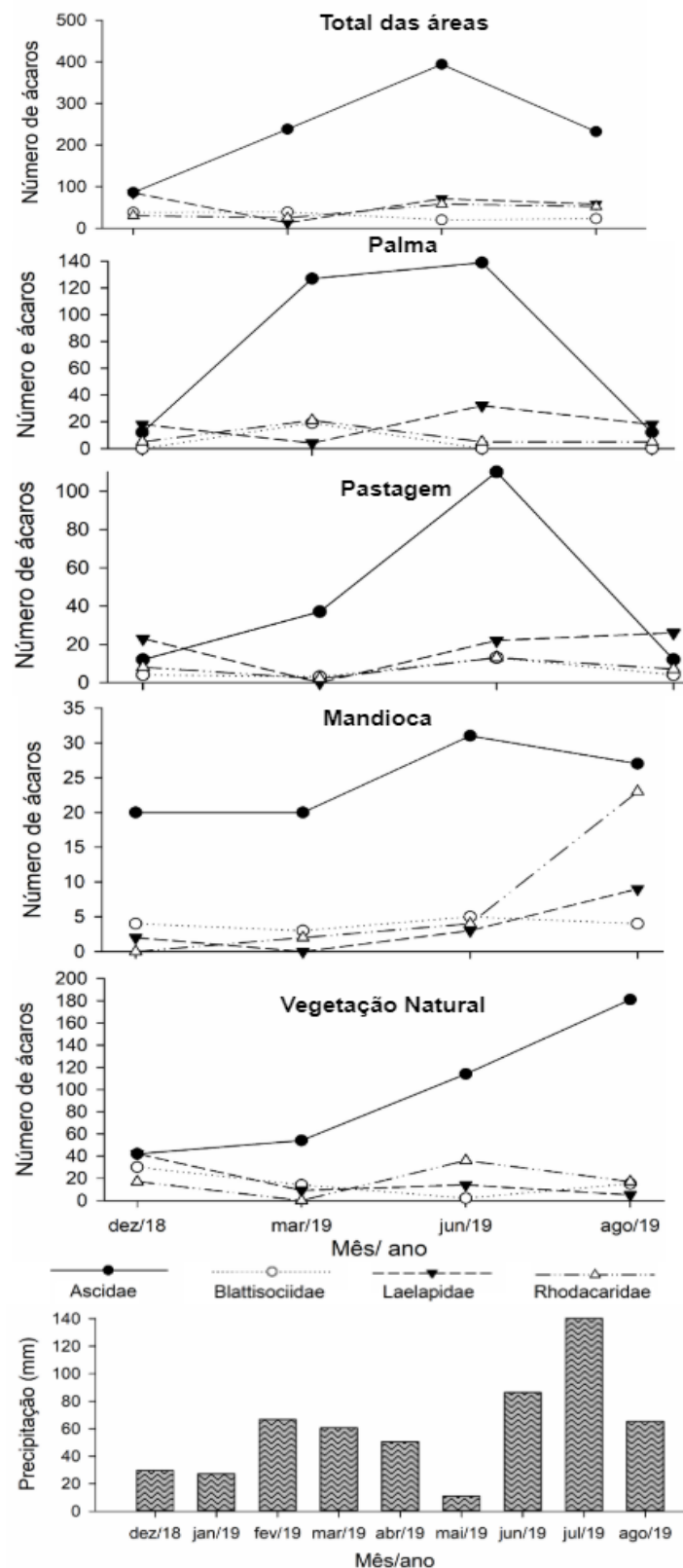
Oribatida decresceram na terceira coleta, em relação a segunda, porém aumentaram significativamente na quarta coleta.

Na área com cultivo de mandioca, os Trombidiformes foram mais abundantes na terceira coleta, com um aumento significativo em relação a segunda coleta, porém sofreram uma redução abrupta na quarta coleta, após o aumento da precipitação. A abundância dos Gamasina apresentou baixa oscilação entre as quatro coletas na área com cultivo de mandioca.

Na área de vegetação natural, os grupos apresentaram pequena variação na abundância, exceto os Oribatida, que tiveram um aumento expressivo da terceira para quarta coleta, onde os meses anteriores apresentaram maior índice de precipitação, que pode ter influenciado nesse resultado.

Uropodina foi encontrado sempre em quantidades inferiores a 25 indivíduos, devido a isso não foi possível observar um padrão de variação. Ascidae foi o grupo mais abundante em todas as áreas e coletas, bem como foi o que apresentou maior variação (Figura 3). Na vegetação natural essa família teve um aumento progressivo na abundância da primeira até a quarta coleta. Nas outras áreas esse aumento na abundância ocorreu até a terceira coleta e regrediu na quarta coleta.

Laelapidae, Blattisociidae e Rhodacaridae apresentaram uma uniformidade na variação durante as quatro coletas, com pequenas variações em todas as áreas. Uma exceção foi Rhodacaridae na área com cultivo de mandioca, com um aumento expressivo da abundância na quarta coleta.



**Figura 3.** Abundância das famílias mais numerosas de Gamasina em cultivo de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d' Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018, março, junho e agosto de 2019) associada a precipitação de dezembro de 2018 a agosto de 2019

### 2.3.4. Análises ecológicas

O índice de riqueza foi maior para a área de vegetação natural e pastagem (28 e 27, respectivamente) (Tabela 8). O índice de riqueza foi muito próximo entre as áreas cultivadas com palma e mandioca, sendo nestas áreas bem menor (22 e 20, respectivamente) que para as demais áreas.

Ainda que, o índice de riqueza tenha sido maior na área de vegetação natural, ela apresentou grande abundância de *P. mica*, aumentando o índice de dominância dentro do sistema, resultando em índices de diversidade e equitabilidade menores para a vegetação natural em comparação com outras áreas. Os índices de diversidade, equitabilidade e dominância foram próximos para as áreas de cultivo de palma e mandioca e para pastagem.

**Tabela 8.** Riqueza, número de ácaros por área, índices de Shannon-Wiener para diversidade e equitabilidade e dominância dos ácaros Gamasina coletados em áreas de cultivo de palma e mandioca, pastagem e vegetação natural em Olho d' Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018, março, junho e agosto de 2019).

| Índices de diversidade | Áreas de coleta |          |          |                   |
|------------------------|-----------------|----------|----------|-------------------|
|                        | Palma           | Pastagem | Mandioca | Vegetação Natural |
| <b>Total</b>           | 473             | 332      | 175      | 611               |
| Riqueza (S)            | 22              | 27       | 20       | 28                |
| Diversidade (H)        | 2,44            | 2,57     | 2,35     | 2,17              |
| Equitabilidade (J)     | 0,79            | 0,78     | 0,78     | 0,65              |
| Dominância (D)         | 0,11            | 0,10     | 0,13     | 0,21              |

No cultivo de palma, as espécies *Gamasellodes* n. sp., *P. mica*, *P. sigillophorus*, *Protogamasellus* n. sp. 3 e *Holostaspella bifoliata* (Trägårdh) foram consideradas dominantes, muito abundantes, muito frequentes e constantes (Tabela 9). *Pneumolaelaps* sp. e *M. roquensis* foram não dominantes, raras, pouco frequentes e acidentais.

**Tabela 9.** Análise faunística dos Gamasina em cultivo de palma em Olho d' Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018, março, junho e agosto de 2019).

| Espécies                               | Nº de indivíduos | Nº de coletas | D  | A  | F  | C |
|----------------------------------------|------------------|---------------|----|----|----|---|
| <i>Asca</i> sp.                        | 4                | 2             | ND | R  | PF | W |
| <i>Gamasellodes</i> n. sp.*            | 71               | 3             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus mica</i> *          | 75               | 4             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus massula</i>         | 5                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Protogamasellus sigillophorus</i> * | 65               | 3             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 2        | 4                | 2             | ND | R  | PF | W |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 3 *      | 66               | 4             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Lasioseius</i> n. sp.               | 19               | 2             | D  | C  | F  | W |
| <i>Cosmolaelaps confinisetarum</i>     | 24               | 4             | D  | C  | F  | W |
| <i>Gaeolaelaps</i> sp. 5               | 27               | 4             | D  |    | F  | W |
| <i>Gaeolaelaps</i> n. sp. 1            | 2                | 2             | ND | R  | PF | W |
| <i>Gaeolaelaps</i> n. sp. 3            | 4                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Gaeolaelaps</i> n. sp. 4            | 4                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Ooelaps reticulatus</i>             | 10               | 2             | D  | D  | PF | W |
| <i>Pneumolaelaps</i> sp.               | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Holostaspella bifoliata</i> *       | 55               | 2             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Macrocheles roquensis</i>           | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Afrodisetulus citri</i>             | 1                | 2             | ND | R  | PF | W |
| <i>Multidentorhodacarus</i>            | 3                | 2             | ND | R  | PF | W |
| <i>tocantinenses</i>                   |                  |               |    |    |    |   |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 1   | 9                | 2             | D  | D  | PF | W |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 2   | 3                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Protogamasellopsis zaheri</i>       | 20               | 3             | D  | C  | F  | W |

D - Dominância: SD = superdominante; D = dominante; ND = não dominante.

A - Abundância: sa = superabundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = raro.

F - Frequência: SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente.

C - Constância: W = constante; Y = acessória; Z = acidental.

\* Predominantes

Na área de pastagem, as espécies *Asca* sp., *P. mica*, *Protogamasellus* n. sp. 3 e *Gaeolaelaps* sp. 5 foram consideradas dominantes, muito abundantes, muito frequentes e constantes (Tabela 10). *Cosmolaelaps* n. sp. 3, *C. confinisetarum* (Karg), *Afrodisetulus* sp. e *Sejidae* sp. foram não dominantes, raras, pouco frequentes e acidentais.

**Tabela 10.** Análise faunística dos Gamasina em pastagem em Olho d' Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018, março, junho e agosto de 2019).

| Espécies                               | Nº de indivíduos | Nº de coletas | D  | A  | F  | C |
|----------------------------------------|------------------|---------------|----|----|----|---|
| <i>Antennoseius</i> n. sp.             | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Asca</i> sp.*                       | 39               | 3             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Gamasellodes</i> n. sp.             | 7                | 2             | D  | C  | F  | W |
| <i>Protogamasellus mica</i> *          | 37               | 3             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus massula</i>         | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Protogamasellus sigillophorus</i> * | 32               | 4             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 1        | 2                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 2        | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 3*       | 45               | 2             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 4        | 6                | 1             | D  | C  | F  | Y |
| <i>Blattisocius</i> n. sp.             | 5                | 2             | ND | D  | PF | W |
| <i>Lasioseius</i> n. sp.               | 19               | 4             | D  | A  | MF | W |
| <i>Cosmolaelaps</i> n. sp. 3           | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Cosmolaelaps confinisetarum</i>     | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Gaeolaelaps</i> sp. 5*              | 64               | 4             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Gaeolaelaps</i> n. sp. 1            | 2                | 2             | ND | R  | PF | Y |
| <i>OoLOPTICUS reticulatus</i>          | 3                | 3             | ND | R  | PF | W |
| <i>Holostaspella bifoliata</i>         | 6                | 2             | D  | C  | F  | W |
| <i>Macrocheles</i> sp.                 | 3                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Geogamasus</i> n. sp.               | 2                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Podocinum</i> sp.                   | 4                | 1             | ND | D  | PF | Y |
| <i>Afrodacarellus</i> sp. 2            | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Afrodacarellus citri</i>            | 3                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 1   | 12               | 3             | D  | C  | F  | W |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 2   | 12               | 2             | D  | C  | F  | W |
| Sejidae sp.                            | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| Nova família (n. fam.)                 | 22               | 1             | D  | Ma | MF | Y |

D - Dominância: SD = superdominante; D = dominante; ND = não dominante.

A - Abundância: sa = superabundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = raro.

F - Frequência: SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente.

C - Constância: W = constante; Y = acessória; Z = acidental.

\* Predominantes

No cultivo de mandioca, *P. mica*, *P. sigillophorus*, *Protogamasellus* n. sp. 3, *Lasioseius* n. sp. e *Multidentorhodacarus* n. sp. 1 foram as espécies dominantes, muito abundantes, muito frequentes e constantes (Tabela 11). Enquanto, *Protogamasellus* n. sp. 1, *Afrodacarellus* sp. 2 e *Protogamasellopsis zaheri* Abo-Shnaf, Castilho & Moraes foram não dominantes, raras, pouco frequentes e acidentais.

**Tabela 11.** Análise faunística dos Gamasina em cultivo de mandioca em Olho d'Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018, março, junho e agosto de 2019).

| Espécies                               | Nº de indivíduos | Nº de coletas | D  | A  | F  | C |
|----------------------------------------|------------------|---------------|----|----|----|---|
| <i>Gamasellodes</i> n. sp. 1           | 5                | 3             | ND | C  | F  | W |
| <i>Protogamasellus mica</i> *          | 29               | 4             | D  | ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus sigillophorus</i> * | 47               | 3             | D  | ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 1        | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 3 *      | 16               | 2             | D  | ma | MF | W |
| <i>Lasioseius</i> n. sp. 1*            | 16               | 3             | D  | ma | MF | W |
| <i>Cosmolaelaps</i> n. sp. 1           | 2                | 1             | ND | D  | PF | Y |
| <i>Cosmolaelaps</i> n. sp. 2           | 2                | 1             | ND | D  | PF | Y |
| <i>Cosmolaelaps confinisetarum</i>     | 2                | 1             | ND | D  | PF | Y |
| <i>Gaeolaelaps</i> sp. 5               | 4                | 1             | ND | C  | F  | Y |
| <i>Oolopticus reticulatus</i>          | 4                | 1             | ND | C  | F  | Y |
| <i>Holostaspella bifoliata</i>         | 5                | 2             | ND | C  | F  | W |
| <i>Proctolaelaps</i> n. sp. 1          | 5                | 1             | ND | C  | F  | Y |
| <i>Geogamasus</i> n.sp. 1              | 2                | 1             | ND | D  | PF | Y |
| <i>Podocinum</i> sp 1                  | 5                | 1             | ND | C  | F  | Y |
| <i>Afrodacarellus</i> sp 1             | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 1*  | 22               | 2             | D  | ma | MF | W |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 2   | 4                | 2             | ND | C  | F  | W |
| <i>Protogamasellopsis zaheri</i>       | 2                | 2             | ND | D  | PF | W |
| Sejidae sp.*                           | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |

D - Dominância: SD = superdominante; D = dominante; ND = não dominante.

A - Abundância: sa = superabundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = raro.

F - Frequência: SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente.

C - Constância: W = constante; Y = acessória; Z = accidental.

\* Predominantes

Na área de vegetação natural, a espécie *P. mica* foi super dominate, superabundante, super frequente e constante (Tabela 12). As espécies *Asca* sp. 1, *Gamasellodes* n. sp. 1, *Lasioseius* n. sp. 1, *Cosmolaelaps* n. sp. 2 e *Multidentorhodacarus* n. sp. 1 foram consideradas dominantes, muito abundantes, muito frequentes e constantes. Além disso, *Protogamasellus* n. sp. 1, *Cosmolaelaps vacuus*, *Gaeolaelaps* n. sp. 3, *Gaeolaelaps* n. sp. 4, Melicharidae n. gen., *Transeius* n. sp. 1, *Multidentorhodacarus tocantinenses* Azevedo, Sarmiento & Castilho e Rhodacaridae sp. 1 (Gênero novo para ciência) foram não dominantes, raras, pouco frequentes e accidentais.

**Tabela 12.** Análise faunística dos Gamasina em vegetação natural em Olho d' Água das Flores, Alagoas (dezembro de 2018, março, junho e agosto de 2019).

| Espécies                                  | Nº de indivíduos | Nº de coletas | D  | A  | F  | C |
|-------------------------------------------|------------------|---------------|----|----|----|---|
| <i>Asca</i> sp. 1*                        | 66               | 4             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Gamasellodes</i> n. sp. 1*             | 31               | 3             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Protogamasellus mica</i> *             | 262              | 4             | SD | As | DF | W |
| <i>Protogamasellus sigillophorus</i>      | 14               | 3             | D  | C  | F  | W |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 1           | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Protogamasellus</i> n. sp. 3           | 17               | 3             | D  | C  | F  | W |
| <i>Cheiroseius xerophilus</i>             | 39               | 1             | D  | Ma | MF | Y |
| <i>Lasioseius</i> n. sp. 1*               | 22               | 4             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Cosmolaelaps</i> n. sp. 1              | 4                | 3             | ND | R  | PF | W |
| <i>Cosmolaelaps</i> n. sp. 2*             | 33               | 3             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Cosmolaelaps confinisetarum</i>        | 7                | 3             | D  | C  | F  | W |
| <i>Cosmolaelaps vacuus</i>                | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Gaeolaelaps</i> sp. 5                  | 21               | 4             | D  | A  | MF | W |
| <i>Gaeolaelaps</i> n. sp. 2               | 2                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Gaeolaelaps</i> n. sp. 3               | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Gaeolaelaps</i> n. sp. 4               | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Holostaspella bifoliata</i>            | 2                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Macrocheles merdarius</i>              | 8                | 1             | D  | C  | F  | Y |
| Melicharidae n. gen. 1                    | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Geogamasus</i> n. sp. 1                | 2                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Transeius</i> n. sp.1                  | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Proprioseiopsis cannaensis</i>         | 1                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Africoseius areolatus</i>              | 4                | 1             | ND | R  | PF | Y |
| <i>Multidentorhodacarus</i> tocantinenses | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 1*     | 29               | 3             | D  | Ma | MF | W |
| <i>Multidentorhodacarus</i> n. sp. 2      | 34               | 1             | D  | Ma | MF | Y |
| Rhodacaridae sp. 1                        | 1                | 1             | ND | R  | PF | Z |
| <i>Eupicrius</i> sp.                      | 5                | 1             | ND | D  | PF | Y |

D - Dominância: SD = superdominante; D = dominante; ND = não dominante.

A - Abundância: sa = superabundante; ma = muito abundante; a = abundante; c = comum; d = dispersa; r = raro.

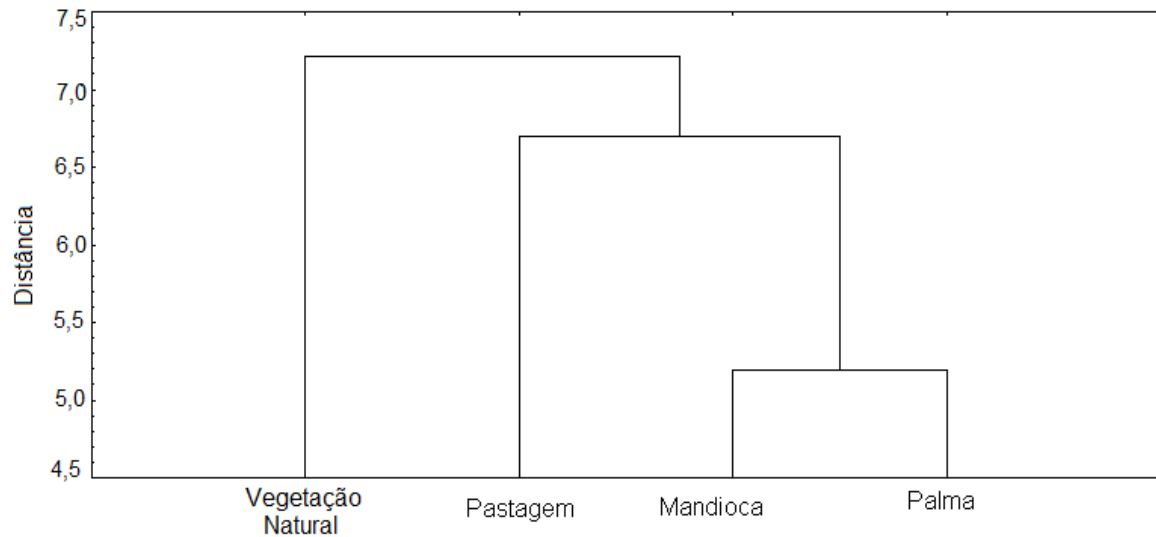
F - Frequência: SF = super frequente; MF = muito frequente; F = frequente; PF = pouco frequente.

C - Constância: W = constante; Y = acessória; Z = acidental.

\* Predominantes

A análise de agrupamento (Distância Euclidiana) agrupou as áreas de acordo com o grau de similaridade (Figura 4). O grupamento das áreas de cultivo de palma e mandioca demonstrou a maior similaridade entre estas quatro áreas referente à composição da fauna de ácaros Gamasina. Em seguida, constatou-se maior

similaridade entre estas duas áreas e a pastagem. A área de vegetação natural se afastou das demais



**Figura 4.** Método quantitativo comparando a similaridade entre as áreas de vegetação natural, palma, mandioca e pastagem.

## 2.4. Discussão

Este trabalho foi pioneiro para o conhecimento de ácaros edáficos em áreas de cultivo na Caatinga do estado de Alagoas. Na área de vegetação natural nesta mesma localidade, um outro levantamento havia sido realizado anteriormente (Santos, 2013). Consequentemente, o presente trabalho complementa os conhecimentos obtidos naquele trabalho anterior.

A variação na abundância das ordens/subordens/coortes entre as distintas áreas pode estar relacionada a diversas razões, por exemplo, aos fatores abióticos como precipitação e umidade, que mudam de acordo com as estações, bem como os fatores bióticos como a presença de alimento, diferença das espécies vegetais, além de locais que possam servir como abrigo e proteção como a serapilheira (Silva, 2007; Moraes e Flechtmann, 2008; Hoy, 2011; Carvalho, 2012). Ademais, as práticas de manejo do solo podem alterar a composição orgânica desse ambiente, influenciando na sua biota (Bedano, 2006; Socarrás, 2013). Desse modo, as

variações, presença ou ausência desses fatores podem alterar a dinâmica desses organismos favorecendo ou desfavorecendo a abundância dos táxons dentro dos diferentes sistemas.

A maior abundância dos Oribatida em área de vegetação natural está provavelmente relacionada à presença da maior quantidade de matéria orgânica naquele ambiente. Esses ácaros se alimentam principalmente de matéria orgânica e são o grupo mais abundante e diversificado no solo, apresentando considerável relevância na teia trófica, pois estão envolvidos diretamente na ciclagem de matéria orgânica (Norton e Behan-Pelletier, 2009; Carvalho, 2012). Os resultados desse trabalho se assemelham ao encontrado por Santos (2013), na área de vegetação natural da Caatinga, bem como a outros estudos de diversidade de ácaros edáficos na Mata Atlântica (Silva, 2002; Junqueira, 2017) e Cerrado (Azevedo, 2017).

Na vegetação natural da Caatinga, Santos (2013) também encontrou resultados similares ao deste trabalho, em que os Trombidiformes foram mais abundantes que os Mesostigmata. No entanto, diferente do presente estudo e de Silva (2013), em outros biomas, como Cerrado e Mata Atlântica, o número de Gamasina edáficos tem sido relatado como superior ao de Trombidiformes (Silva, 2002; Azevedo, 2017; Junqueira, 2017). Bedano et al. (2006) realizaram estudos em áreas agricultáveis e os resultados indicaram que os Gamasina são mais sensíveis a mudanças no ambiente do que os Trombidiformes (Prostigmata) e Astigmatina. Esse indicativo pode sugerir que esteja ocorrendo alguma alteração dentro dos sistemas do presente estudo, já que a Caatinga é um bioma que vem sofrendo bastante mudança em sua composição, devido as ações antrópicas (Alves et al., 2009).

Ao levar em consideração todas as áreas do estudo, o número de Gamasina foi superior na área de vegetação natural, exceto na coleta realizada em março, com maior abundância destes ácaros no cultivo de palma e na pastagem. O manejo do cultivo de palma com aplicação de adubação orgânica pode ter influenciado esse resultado, já que a presença de matéria orgânica em abundância no ambiente aumenta a disponibilidade de alimento aos Gamasina, muitos dos quais são predominantemente predadores. Resultado semelhante foi obtido por Torris (2019), também no bioma Caatinga, no estado de Pernambuco, que observou um maior

número de ácaros Gamasina em áreas de cultivo, porém essas áreas de cultivos eram irrigadas.

A maior abundância de Ascidae, dentre os Gamasina, em áreas de coleta também foi observada por Torris (2019) na Caatinga de Pernambuco. Porém, este resultado diferiu do resultado de Santos (2013), que trabalhando basicamente na mesma área de vegetação natural em que o presente estudo foi conduzido observou que esta família constituía somente 0,9% do total de Gamasina encontrados neste ambiente. Os resultados de Santos (2013) se assemelharam mais aos resultados de Azevedo (2017) que constatou maior diversidade de ácaros Rhodacaridae na vegetação natural, enquanto Castro (2019) relatou grande diversidade desses ácaros em Sistema de Plantio Direto (SPD) e Sistema Integrado Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF), no Cerrado de Tocantins e do Mato Grosso, respectivamente. Porém, em área de cultivo de soja, Azevedo (2017) encontrou maior diversidade de Ascidae.

A constatação de *P. mica* como a espécie mais abundante na área de vegetação natural, pode ser considerada incomum, pois essa espécie tem sido constatada com maior frequência em ambientes cultivados (Mineiro e Moraes, 2001; Junqueira, 2017; Torris, 2019). Algumas espécies desse gênero têm sido relatadas como predadoras de nematoides (Moraes et al., 2015).

A abundância de *P. mica* na vegetação natural ocasionou uma maior dominância (D) dessa espécie, reduzindo com isso o índice de diversidade nesta área, que foi, de maneira inesperada, menor do que nos cultivos de palma e mandioca e da pastagem. Esse índice indica que quanto maior a dominância das espécies, menor é a diversidade em um sistema para o grupo de organismos considerados. Assim, o menor índice de diversidade sugere uma possível alteração na área de vegetação natural considerada no estudo. A alteração pode ter ocasionado o favorecimento e o desenvolvimento de uma (ou poucas) espécies e como consequência desse fator pode ocorrer a redução ou eliminação de outras, de acordo com a conjuntura ambiental então reinante (Semensatto Jr., 2003). Esse fator também pode ser uma das causas da maior ocorrência de Ascidae na vegetação natural, como relatado acima.

Ainda, de grande relevância foi a identificação de uma nova espécie do gênero *Antennoseius* Berlese. A presença desse gênero é incomum para regiões tropicais (Moraes et al., 2016; Santos et al., 2020). Santos (2013) registrou a presença de um exemplar desta mesma espécie em coletas realizadas em serapilheira na Mata Atlântica do estado de Alagoas, a cerca de 137 km do local de coleta do presente estudo. Este, no entanto, é o primeiro registro do gênero para o bioma Caatinga.

A constatação de Laelapidae como o segundo grupo mais abundante no presente estudo está compatível com o que tem sido constatado em outros estudos no Brasil. Espécies desta família foram encontrados em números relativamente elevados no estudo de Mineiro e Moraes (2001) em áreas de floresta secundária semidecídua e áreas cultivadas no interior de São Paulo, por Santos (2013) em remanescentes de Mata Atlântica, Caatinga e região Agreste (zona de transição entre aqueles biomas) do estado de Alagoas, por Junqueira (2017) na Mata Atlântica no interior de São Paulo, por Marticorena (2017) no centro Sul do país em áreas de Cerrado e Mata Atlântica, por Azevedo (2017) e Castro (2019) no Cerrado dos estados de Tocantins e Mato Grosso, respectivamente, e de Torris (2019) na Caatinga do estado de Pernambuco. E diferente daquele encontrado por Silva (2002) em ambiente de Mata Atlântica no estado de São Paulo, onde essa família representou apenas 7,1% do total das famílias de Gamasina encontrados em três áreas de coleta.

Em relação a riqueza e quantidade de espécies novas, Marticorena (2017) obteve resultados similares ao desse trabalho para a família Laelapidae no centro Sul do país, relatando dezenove e oito espécies de *Gaeolaelaps* e *Cosmolaelaps*, respectivamente. Esse resultado é bastante positivo do ponto de vista aplicado, visto que esta é uma das famílias de ácaros edáficos mais utilizadas em programas de Controle Biológico de pragas no mundo. Das sete espécies comercializadas mundialmente para o controle de pragas edáficas, cinco pertencem a essa família (Van Lenteren, 2012; Van Lenteren et al., 2018).

Panorama diferente foi observado em relação à diversidade de gêneros, tendo em vista que neste caso, outra família, Rhodacaridae, foi a que apresentou maior riqueza de gêneros. Os ácaros desta família são encontrados principalmente

na camada superficial do solo de ambientes naturais. Algumas espécies dessa família têm demonstrado potencial para o controle de pragas (Castilho et al., 2015; Prado, 2018), e tem sido relatada com frequência em trabalhos de levantamento de ácaros edáficos nos biomas brasileiros (Mineiro e Moraes, 2001; Azevedo, 2017; Marticorena, 2017; Torris, 2018; Castro, 2019).

Um efeito positivo foi observado na abundância dos ácaros Gamasina coletados neste trabalho, em relação ao aumento da precipitação. Mesmo nos meses em que a precipitação foi considerada elevada para a região, esse padrão se manteve. Talvez isso esteja relacionado a baixa precipitação da região, em que o volume de chuva é relativamente baixo para causar algum prejuízo na população dos Gamasina, e pelo contrário favoreça o desenvolvimento desses organismos devido ao aumento da umidade no solo, que é baixa nesse ecossistema. Os resultados desse trabalho estão de acordo com Castilho et al. (2015) que apontam que os Gamasina se desenvolvem bem em solos úmidos. E difere daqueles encontrados por Azevedo (2017) e Junqueira (2018) nos biomas de Cerrado e Mata Atlântica, respectivamente, que relataram uma redução na população dos Gamasina, sob condições pluviométricas mais elevadas.

Depois da área de vegetação natural, o cultivo de palma foi o que apresentou maior número de Gamasina. Isso pode ter acontecido devido ao trato cultural da área que favorece o desenvolvimento dos Gamasina, pois trata-se de um sistema agrícola com baixa perturbação do ambiente. Além disso a adubação orgânica pode favorecer o aumento da umidade e disponibilidade de alimento que favorece o desenvolvimento de alguns grupos como observado para Macrochelidae (Azevedo et al., 2015).

Resultados semelhantes para análise de agrupamento Euclidiana foram encontrados por Azevedo (2017). A área de vegetação natural apresentou espécies similares aquelas encontradas nas demais áreas, porém apresentou maior riqueza e número de espécies exclusivas. Os cultivos de palma e mandioca apresentaram o número de espécies muito próximas entre si, seguida pela pastagem. Esse resultado pode ser consequência do manejo e estado de preservação das áreas de estudo, bem como pode estar associado a maiores quantidades de matéria orgânica e de

umidade na área de vegetação natural, que favoreceu o desenvolvimento de mais espécies dentro desse sistema, quando comparada as outras áreas de coleta.

Esse foi o primeiro esforço para determinar a diversidade de Gamasina edáficos em áreas de cultivos agrícolas no bioma Caatinga do estado de Alagoas, buscando compreender os possíveis impactos que as áreas agricultáveis podem exercer sobre a população de ácaros deste grupo. Os dados desse trabalho revelam que a fauna de ácaros edáficos Gamasina desse bioma ainda é pouco explorada, havendo uma alta diversidade de ácaros, muitos correspondendo a novas espécies para a ciência.

A partir dos resultados obtidos é possível argumentar que os cultivos agrícolas exercem influência negativa na população dos ácaros edáficos. Todavia, faz-se necessário a realização de mais estudos para melhor compreensão da dinâmica desses ácaros no ambiente, bem como para identificar as espécies que possam apresentar potencial para o controle de pragas nos cultivos onde os trabalhos foram realizados e em outras culturas de importância agrícola.

## Referências

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

Alves JJA, Araújo MA, Nascimento, SS (2009) Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Caatinga** 22 (3): 126-135.

Azevedo EB (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**. 57f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Azevedo LH, Emberson RM, Esteca FCN, Moraes GJ (2015) Macrochelid mites (Mesostigmata: Macrochelidae) as biological control agents. In: Carrillo D, MoraesGJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer, p. 103-132.

Azevedo LH, Ferreira MP, Castilho RC, Cançado PHD, Moraes GJ (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.

Barros, MLB (2003) Prefácio. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. p. IX-XI.

Bedano, JC, Cantú, MP, Doucet, ME (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.

Bucher EH (1982) Chaco and caatinga - South American arid savannas, woodlands and thickets. In: Huntley BJ, Walker BH (Eds.) **Ecology of tropical savannas**. New York: Springer-Verlag, p. 48-79.

Carvalho NA (2012) **Ácaros (Acari: Oribatida) e fitonematóides (Nematoda) associados à *Brachiaria humidicola* em pastagens de ovinos do sul da Bahia**. 86f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas - Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

Castelletti CHM, Silva JMC, Tabarelli M, Santos, AMM (2004) Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar. In: Silva JMC, Tabarelli M, Fonseca MT; Lins LV (Org.) **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, p. 91-100.

Castilho RC, Venancio R, Narita JPZ (2015) Mesostigmata as biological control agents, with emphasis on Rhodacaroidea and Parasitoidea. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms**. Florida: Springer, p. 1-31.

Castilho RC, Azevedo EB, Paula FF, Prado TJ, Barros ARA, Azevedo LH (2019) Ácaros predadores: uso no controle biológico de pragas e parasitos. In: Castilho RC, Rezende GF, Nascimento J, Rossi GD (Org.) **Tópicos em Entomologia Agrícola XII**. Jaboticabal: Multipress, p. 117-133.

Castro MC (2019) **Diversidade de ácaros Gamasina (Mesostigmata) edáficos em sistema de Plantio Direto e Sistema de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF) no estado do Mato Grosso**. 51f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

EMBRAPA (2007) **Preservação e uso da Caatinga**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, Embrapa Semiárido. 39 p.

Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2013) PAST: Paleontological Statistics. **Software Package for Education and Data Analysis**. ver. 2.17c.

Hoy MA (2011) **Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management**. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 430 p.

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

**Gamasina (Mesostigmata).** 52f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Lima RCC, Cavalcante AMB, Marim AMP (2011) **Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro.** Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido – INSA. 209 p.

Lindquist EE, Krantz GW, Walter DE (2009) Order Mesostigmata. In: Krantz GW, Walter DE (Eds.) **A Manual of Acarology.** Third Edition, Lubbock, Texas: Texas Tech University Press, p. 124-232.

Marticorena JLM (2017) **Alteration of the faunistic composition of edaphic mites according to land use in the central-southern region of Brazil.** 196f. Thesis [PhD in Agronomy (Agricultural Entomology)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Mineiro JLC, Moraes GJ (2001) Gamasida (Arachnida: Acari) edáficos de Piracicaba, Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology** 30: 379-385.

Moraes GJ, Flechtmann CHW (2008) **Manual de acarologia:** acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 288 p.

Moraes GJ, Britto EPJ, Mineiro JLC, Halliday, B (2016) Catalogue of the mite families Ascidae Voigts & Oudemans, Blattisociidae Garman and Melicharidae Hirschmann (Acari: Mesostigmata). **Zootaxa** 4112: 1-299.

Moraes GJ, Venancio R, Santos VLV, Paschoal AD (2015) Potential of Ascidae, Blattisociidae and Melicharidae (Acari: Mesostigmata) as biological control agents of pest organisms. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms.** Florida: Springer, p. 33-75.

Moraes RCB, Haddad ML, Silveira Neto S, Reyes AEL (2003) Software para análise faunística - Anafau. In: VIII Simpósio de Controle Biológico. São Pedro, SP. **Anais do 8º Siconbiol.** Piracicaba: SEB. p.195–195.

Moreira GF, Moraes GJ (2015) The potencial of free-living laelapid mites (Mesostigmata: Laelapidae) as biological control agentes. In: Carrillo D, Moraes GJ, Peña JE (Eds.) **Prospects for biological control of plant feeding mites and other harmful organisms.** Florida: Springer, p. 77-102.

Norton RA, Behan-Pelletier VM (2009) Suborder Oribatida. In: Krantz GW, Walter DE (Eds.) **A Manual of Acarology.** Third Edition, Lubbock, Texas: Texas Tech University Press, p. 124-232.

Oliveira AR, Moraes GJ, Demétrio CGB, De Nardo EAB (2001) **Efeito do vírus da poliedrose nuclear de *Anticarsia gemmatalis* sobre Oribatida edáficos**

**(Arachnida: Acari) em um campo de soja.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente 32 p.

Prado TJ (2018) **Biologia e potencial do ácaro predador *Protogamasellopsis zaheri* (Mesostigmata: Rhodacaridae) como agente de controle do nematoide de galha *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Meloidogynidae)** 32f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Santos JC (2013) **Ácaros (Arthropoda: Acari) edáficos do estado de Alagoas, com ênfase nos Mesostigmata.** 72f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Santos JC, Castilho RC, Silva ES, Moraes GJ (2015a) Two new species of *Ologamasus* (Acari: Mesostigmata: Ologamasidae) from Brazil with a key to the world species of the genus. **Zootaxa** 4058: 267-277.

Santos JC, Demite PR, Moraes G.J (2020) **Ascidae Database.** Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/acari/ascidae> > Acesso: 05 jan. 2020.

Santos JC, Castilho RC, Silva ES, Moraes GJ (2015b) Two new species of *Rykellus* (Acari: Mesostigmata: Ologamasidae) from Brazil and a key to the world species of the genus. **Zootaxa** 3926: 111-121.

SEMAAL Secretária do Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Alagoas (2019). Disponível em:<<http://www.semahr.al.gov.br/tempo-e-clima/boletins-e-analises-tecnicas/precipitacao-mensal> > Acesso em: 25 dez. 2019.

Semensatto Jr. DL (2003) Aplicação de índices de diversidade em estudos envolvendo associações entre foraminíferos e tecamebas recentes: uma breve discussão. In: IX Congresso Da Associação Brasileira De Estudos Do Quaternário, 9, **Anais eletrônicos** Recife 2003. Disponível em: <[http://abequa.org.br/trabalhos/micropaleontologia\\_14.pdf](http://abequa.org.br/trabalhos/micropaleontologia_14.pdf)>. Acesso em: 13 jan. 2019.

Silva ES (2002) **Ácaros (Arthropoda: Acari) edáficos da Mata Atlântica e Cerrado do Estado de São Paulo, com ênfase na superfamília Rhodacaroidea.** 86f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Silva J, Casalinho H, Verona L, Schwengber J (2007) Avaliação da mesofauna (colêmbolos e ácaros) do solo em agroecossistemas de base familiar no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia** 2: 539-542.

Silva RMA (2007) Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste** 38: 466-485.

Socarrás A (2013) Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. **Pastos y Forrajes** 36: 5-13.

Steffen RB, Antonioli ZI, Steffen GPK (2007) Avaliação de substrato para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, 17(3): 265-269.

Torris AF (2019) **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)** 51f. Dissertação [Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola)] – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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

Van Lenteren JC, Bolckmans K, Köhl J, Ravensberg WJ, Urbaneja A (2018) Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl** 63: 39-59.

## CAPÍTULO 3 – A new species of *Geogamasus* Lee (Mesostigmata: Ologamasidae) from Brazil and a key to the world species of the genus<sup>1</sup>

**Abstract** - *Geogamasus* sp. nov. is described based on the morphology of adult females collected from litter and soil of the natural vegetation of the Caatinga biome, Alagoas state, northeastern of Brazil. A key for the separation of females of the 30 recognizable *Geogamasus* world species is provided.

**Key words:** Rhodacaroidea, soil mites, predatory mites, taxonomy.

### 3.1. Introduction

Ologamasidae Ryke comprises the largest family of Rhodacaroidea, with slightly less than 500 species, distributed in 44 genera (Castilho *et al.*, 2016). This is a widely distributed group of predatory mites found mainly in the soil, humus and organic composts (Castilho *et al.*, 2015; Castilho *et al.*, 2016). Slightly more than 32% of the species were described from the Neotropical region (Castilho *et al.*, 2015).

*Geogamasus* Lee is the third most abundant ologamasid genus, with 33 species, most of which described from South America, including 20 from Chile, four from Argentina, three from Ecuador and one from Venezuela (Castilho *et al.*, 2016). No *Geogamasus* species have been described from Brazil. The purpose of this paper are to provide the description of a new *Geogamasus* species, from the Caatinga biome of Alagoas state (northeastern Brazil), and a key to the world species of the genus.

### 3.2. Material and Methods

Soil and litter samples were collected from an fragment of the natural vegetation of the Caatinga biome, at Olho d'Água das Flores (9°33'38"S; 37°16'08"W; 287 m above sea level). These samples were taken to a laboratory where the mites were extracted using Berlese-Tullgren funnels, preserved in 70% ethanol and

---

<sup>1</sup> Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido à revista *Systematic & Applied Acarology* e encontra-se em avaliação para publicação.

subsequently mounted in Hoyer's medium on microslides and examined under phase contrast (Carl Zeiss, Axio Imager) 2 microscopy.

Ologamasids were separated into genera, based on their morphological characteristics, using the key provided by Castilho et al. (2016). The specimens were compared with the original descriptions and redescrptions of the species of the family, leading to the conclusion that some of the collected specimens belonged to a new species of *Geogamasus*. That new species is here described.

Illustrations of taxonomically relevant structures were done using a digital camera attached to the microscope and measured with a graded ocular. In the subsequent description, measurements of each structure are given in micrometers, with the average measurement for the individuals examined followed (in parentheses) by the respective range, for variable measurements. The measurements of the length of shields were taken along the mid-line from anterior to posterior margins, and the width, at widest level. Leg lengths were measured from the base of the coxa to the apex of tarsus, excluding pretarsus. Nomenclature of idiosomal setae is based on Lindquist & Evans (1965), leg chaetotaxy is based on Evans (1967) and pore-lyrifissure notation is based on Lindquist & Moraza (2008).

The key provided for the separation of the world species of *Geogamasus* was prepared based on the original descriptions and available redescrptions of the species previously described, and on the type specimens of the species here described.

### 3.3. Results

#### ***Geogamasus* Lee**

*Geogamasus* Lee, 1970: 92.

Type species: *Geogamasus skoshi* Lee, 1970, by original designation.

*Geogamasus*.— Karg, 1976: 23; 1997: 68; 1998: 189; Karg & Schorlemmer, 2011: 214; Castilho *et al.*, 2016: 73.

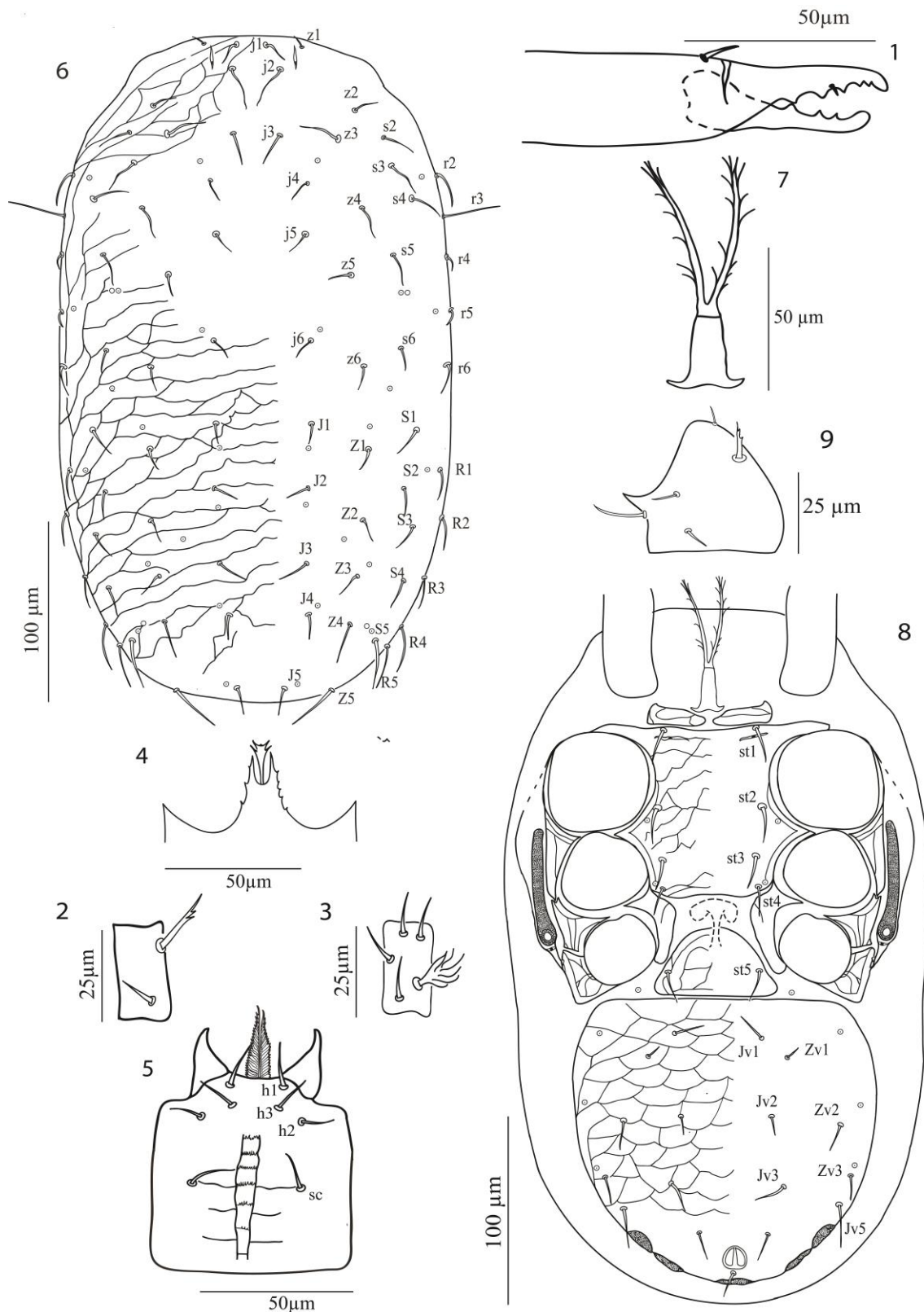
**Diagnosis.** See Castilho *et al.* (2016).

***Geogamasus* sp. nov.**

**Diagnosis.** Fixed and movable cheliceral digits with respectively five and three teeth in addition to the respective apical tooth; epistome with club-shaped anteromedian extension flanked by a pair of denticulate anterolateral extensions, shorter than the anteromedian extension. Podonotal and opisthonotal shields totally fused; podonotal region smooth centrally, reticulate elsewhere, with 22 pairs of setae; opisthonotal region almost completely reticulate, smooth near posterior end, with 20 pairs of setae. Genital and ventrianal shields very close together; ventrianal shield imbricate, with seven pairs of setae in addition to circumanal setae; unsclerotised cuticle along lateral margins of ventrianal shield with no setae. Peritreme extending anteriorly to level of posterior margin of coxa II. Genu IV with 10 setae.

**Adult female** (Figures 1–9) – Five specimens measured.

**Gnathosoma.** Fixed cheliceral digit 50 (49–50) long, with five teeth in addition to apical tooth and a setiform *pilus dentilis* (Fig. 1); movable cheliceral digit 46 (46–47) long, with three teeth in addition to apical tooth; arthrodial process and antiaxial lyrifissures of chelicera not distinguishable; dorsal lyrifissures as well as dorsal seta distinct. Number of setae on palp trochanter–tarsus: 2–5–6–14–15; setae aciculate and smooth, except *av*1 of palp trochanter, distally serrate (Fig. 2), and *a*/1 of palp genu, rayed (Fig. 3); apotele 3-tined. Epistome with a club-shaped anteromedian extension, flanked by a pair of serrate anterolateral extensions, shorter than anteromedian extension (Fig. 4). Deutosternum delimited by lateral lines (Fig. 5); with seven roughly transverse lines, the first smooth and others with 3–10 denticles with three pairs of denticulate lines laterad of deutosternal groove, in line with fourth and behind fifth and sixth transverse deutosternal lines. Internal malae totally separated from each other, outer margin fimbriate and inner branches smooth; corniculus horn-like, about as long as its basal width. Seta *h*3 about in longitudinal line with *h*1 and anteromediad of *h*2. Measurements of setae: *h*1 17 (15–18), *h*2 10 (9–11), *h*3 15 (14–15), *sc* 14 (11–15); all setae aciculate and smooth.



**FIGURES 1-9.** *Geogamasus* sp. nov. Adult female. 1. Lateral (antiaxial) view of chelicera; 2. palp trochanter; 3. Palp genu; 4. Epistome; 5. Hypostome; 6. Dorsal idiosoma; 7. Tritosternum. 8. Ventral idiosoma; 9. Trochanter leg II. Lyrifissures enlarged for improved visibility.

**Idiosoma.** Length at mid-level 394 (380–403), width at level of *r*3 226 (217–233).

**Dorsal idiosoma** (Figure 6). Podonotal and opisthonotal shields totally fused, covering completely dorsum of idiosoma; line of fusion unnoticeable. Podonotal region smooth centrally, reticulate elsewhere; with 22 pairs of setae (*j*1–*j*6, *z*1–*z*6, *s*2–*s*6 and *r*2–*r*6), seven pairs of lyrifissures and one pair of pores. Opisthonotal region almost completely reticulate, smooth near posterior end; with 20 pairs of setae (*J*1–*J*5, *Z*1–*Z*5, *S*1–*S*5 and *R*1–*R*5), nine pairs of lyrifissures and one pair of pores. Measurements of setae: *j*1 15 (15–17), *j*2 26 (25–28), *j*3 20 (19–25), *j*4 16 (14–18), *j*5 13 (12–14), *j*6 13 (12–15), *z*1 6 (6–7), *z*2 15 (15–21), *z*3 21 (18–25), *z*4 21 (20–24), *z*5 13 (13–14), *z*6 14 (13–15), *s*2 18 (16–20), *s*3 20 (17–25), *s*4 17 (16–26), *s*5 19 (17–23), *s*6 15 (14–17), *r*2 23 (20–25), *r*3 36 (35–39), *r*4 20 (19–21), *r*5 18 (17–20), *r*6 16 (21–22), *J*1 13 (12–14), *J*2 13 (13–14), *J*3 13 (13–14), *J*4 16 (15–20), *J*5 17 (16–21), *Z*1 14 (13–15), *Z*2 14 (14–15), *Z*3 15 (15–16), *Z*4 21 (20–24), *Z*5 34 (31–41), *S*1 19 (19–20), *S*2 16 (16–17), *S*3 18 (16–20), *S*4 19 (18–20), *S*5 27 (26–30), *R*1 17 (15–19), *R*2 16 (14–17), *R*3 17 (16–18), *R*4 18 (16–20), *R*5 24 (23–26). All dorsal idiosomal setae aciculate and smooth.

**Ventral idiosoma** (FigureS 7, 8). Base of tritosternum 23 (21–24) long and 16 (16–17) wide proximally; laciniae 39 (49–52) long, separated for about 95% of their total length, pilose. Presternal platelet reticulate, 11 (10–13) long and 31 (29–32) wide. Sternal shield reticulate, 92 (92–94) long and 68 (67–69) wide at level between coxae II; with four pairs of setae and three pairs of lyrifissures. Genital shield hemispheric, reticulate, 50 (50–52) long (including hyaline section) and 64 (60–67) wide; distance between *st*5–*st*5 50 (48–52); posterior margin truncate. Lyrifissure *iv*5 on unsclerotised cuticle posterolaterad of *st*5. Ventrianal shield hemiellipsoidal, imbricate, covering most of opisthogaster, 154 (148–150) long and 164 (162–173) wide, not fused with dorsal shield; with seven pairs of setae (*Jv*1–*Jv*3, *Jv*5 and *Zv*1–*Zv*3) in addition to circumanal setae and three pairs of distinguishable lyrifissures; para-anal and post-anal setae of similar length. Exopodal plate distinguishable as three sutriangular plates, between coxae II–III, between legs III–IV and immediately behind the latter, separate from it by a narrow gap; section of endopodal plate laterad

of coxae III–IV broad, barely fused with sternal shield. Metapodal platelet indistinct. Measurements of setae: *st*1 21 (20–23), *st*2 20 (19–23), *st*3 19 (18–23), *st*4 16 (16–19), *st*5 15 (14–16), *Jv*1 13 (11–16), *Jv*2 14 (13–16), *Jv*3 18, *Jv*5 23 (22–24), *Zv*1 14 (14–15), *Zv*2 17 (16–18), *Zv*3 16 (15–18), para-anal 16 (15–17) and post-anal 16 (15–17). All ventral idiosomal setae aciculate and smooth.

**Peritreme and peritrematic plate.** Peritreme extending forward to level of posterior margin of coxa II. Peritrematic plate represented by a broad region between coxae II and III and a strip behind stigma (narrower than the latter), barely fused or separate but adjacent to posterior fragment of exopodal plate.

**Spermatheca.** Not distinguishable

**Legs.** Lengths: I – 342 (338–350), II – 258 (251–274), III – 207 (112–194), IV – 297 (286–304). Chaetotaxy: leg I – coxa 0–0/2, 0/0–0, trochanter 1–2/0, 1/0–1, femur 2–3/1, 2/3–2, genu 2–3/2, 3/1–2, tibia 2–3/2, 3/2–2; leg II – coxa 0–0/1, 0/1–0, trochanter 0–0/1, 0/3–1, femur 2–3/2, 2/1–1, genu 2–3/2, 1/1–2, tibia 2–2/1, 2/1–2; leg III – coxa 0–0/1, 0/1–0, trochanter 1–1/2, 1/0–0, femur 1–2/1, 2/0–1, genu 2–2/1, 2/1–1, tibia 2–1/1, 2/1–1; leg IV – coxa 0–0/1, 0/0–0, trochanter 1–1/1, 0/2–0, femur 1–1/0, 0/2–1, genu 2–2/1, 3/1–1, tibia 2–2/1, 2/1–2; tarsi II – IV with 18 setae each. Trochanter II with *av*1 slightly serrate (Figure 9) and tarsus IV with *ad*2 50 (47–59), distinctly longer than other setae. Pretarsus I absent; pretarsi II–IV similar in shape and length, each consisting of an elongate ambulacral stalk, a pair of strongly sclerotised claws and three rounded pulvillar lobes.

**Adult male.** Not found.

**Material examined.** Holotype female and four paratype females from soil and litter of a fragment of Caatinga biome, at Olho d'Água das Flores (9°33'37,6"S; 37°16'07,8"W, 287 m above sea level), Alagoas state, Brazil, December 2018. All types collected by A.R.A. Barros. Holotype and two paratypes deposited at Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de

Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, São Paulo state, Brazil; two paratypes deposited at Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, São Paulo state.

**Remarks.** *Geogamasus* **sp. nov.** is most similar to *Geogamasus pisciformis* Karg, 1997, but females of the latter have podonotal region of dorsal shield totally smooth, opisthonotal shield totally imbricate, setae *r*3 (23 µm) and Z5 (22 µm) shorter, setae St3 much closer together than setae St4, peritrematic plate widely fused with posteriormost fragment of exopodal plate by a bridge wider than stigma.

### 3.4. Key to the world species of *Geogamasus*, based on adult females

Sufficient information is presently available in the literature to allow the recognition of the 30 species presently known to belong to this genus which have been described based on female characteristics, including the new species here described. The following key was prepared to help their separation.

*Geogamasus cuneatus* Karg, 1998 from Ecuador, *Geogamasus filicuspidis* Karg, 1976, *Geogamasus foliaceus* Karg, 1976 and *Geogamasus furcatus* Karg, 1976 from Chile were not included in the key because they were described based only on adult males.

1. Podonotal and opisthonotal shields completely separate ..... **2**
- 1'. Podonotal and opisthonotal shields fused; line of fusion distinguishable or not ...**16**
2. Without presternal platelets ..... *G. forcipis* Karg, 1976; Chile
- 2'. With a pair of presternal shield ..... **3**
3. Ventrianal shield with six pairs of setae in addition to the circumanals ..... *G. coxalis* (Sheals, 1962); Argentina
- 3'. Ventrianal shield with seven pairs of setae in addition to the circumanals ..... **4**
4. Unsclerotised opisthogastric cuticle with a pair of setae (*Jv*5) ..... **5**
- 4'. Unsclerotised opisthogastric cuticle without setae ..... **7**

5. Epistome without anterolateral extensions flanking the club-shaped anteromedian extension ..... *G. bisetosus* Karg, 1976; Chile
- 5'. Epistome with one or more pairs of anterolateral extensions flanking the club-shaped anteromedian extension ..... **6**
6. Epistome with one pair of anterolateral extensions; opisthonthal shield with 18 pairs of setae; opisthogaster with four platelets between genital and ventrianal shields ..... *G. bicirrus* Karg, 1976; Chile
- 6'. Epistome with two pairs of anterolateral extensions; opisthonthal shield with 21 pairs of setae; opisthogaster without platelets between genital and ventrianal shields ..... *G. pentaspinosus* Karg, 1979; Argentina
7. Unsclerotised cuticle along lateral margins of podonotal shield with two pairs of setae (*r*<sub>2</sub> and *r*<sub>4</sub>); opisthonthal shield with 17 pairs of setae (*R*<sub>1</sub>-*R*<sub>3</sub> absent) ..... *G. apophyseus* Karg, 1976; Chile
- 7'. Unsclerotised cuticle along lateral margins of podonotal shield without setae; opisthonthal shield with 18-20 pairs of setae (*R*<sub>1</sub>-*R*<sub>3</sub> present) ..... **8**
8. Opisthonthal shield smooth ..... **9**
- 8'. Opisthonthal shield ornamented ..... **13**
9. Seta *R*<sub>5</sub> absent; peritreme extending anteriorly to level of posterior margin of coxa III ..... *G. trispinosus* Karg, 1976; Chile
- 9'. Seta *R*<sub>5</sub> present; peritreme extending anteriorly to level of posterior margin of coxa II ..... **10**
10. Opisthonthal shield with 19 pairs of setae; unsclerotised cuticle along lateral margins of opisthonthal shield with one pair of setae (*R*<sub>5</sub>) ..... *G. monocuspidis* Karg, 1976; Chile
- 10'. Opisthonthal shield with 20 pairs of setae; unsclerotised cuticle along lateral margins of opisthonthal shield without setae ..... **11**
11. Sternal and ventrianal shields ornamented ..... *G. fornix* Halliday, 2001; Australia
- 11'. Sternal and ventrianal shields smooth ..... **12**
12. With unsclerotised cuticle between exopodal plate of coxa IV and ventrianal shield; opisthogaster with four platelets between genital and ventrianal shields; genu IV with nine setae ..... *G. minimus* Lee, 1973; Australia

- 12'**. With exopodal plate of coxa IV adjacent to ventrianal shield; opisthogaster without platelets between genital and ventrianal shields; genu IV with 10 setae ..... *G. howardi* Lee, 1970; Australia
- 13**. Podonotal and sternal shields imbricate ..... *G. cochlearis* Karg, 1976; Chile
- 13'**. Podonotal and sternal shields smooth ..... **14**
- 14**. Seta *j*2 absent; peritreme extending anteriorly to level of posterior margin of coxa III ..... *G. tuberosus* Karg, 1976; Chile
- 14'**. Seta *j*2 present; peritreme extending anteriorly to level of posterior margin of coxa II ..... **15**
- 15**. Opisthonotal shield with 18 pairs of setae (*R*4 and *R*5 ); setae *J*1–*J*4 about 1.0–1.2 times as long as distance between their bases and bases of respective subsequent setae ..... *G. pugionis* Karg, 1976; Chile
- 15'**. Opisthonotal shield with 20 pairs of setae (*R*4 and *R*5 present); setae *J*1–*J*4 about 0.4–0.5 times as long as distance between their bases and bases of the respective subsequent setae ..... *G. diffindentis* Karg, 1997; New Caledonia
- 16**. Line of fusion between podonotal and opisthonotal shields distinguishable ..... **17**
- 16'**. Line of fusion between podonotal and opisthonotal shields indistinguishable or absent ..... **18**
- 17**. Sternal and ventrianal shields smooth ..... *G. arcus* Karg, 1976; Chile
- 17'**. Sternal and ventrianal shields ornamented ..... *G. flagellatus* Karg, 1976; Chile
- 18**. Ventrianal shield with six pairs of setae in addition to circumanals; metasternal plate present ..... *G. delamarei* (Sheals, 1962); Argentina
- 18'**. Ventrianal shield with seven pairs of setae in addition to circumanals; metasternal plate absent ..... **19**
- 19**. Seta *Z*4 longer than *Z*5 ..... **20**
- 19'**. Seta *Z*4 as long as or shorter than *Z*5 ..... **23**
- 20**. Seta *Z*3 absent ..... *G. longifolii* Karg & Schorlemmer, 2011; Venezuela
- 20'**. Seta *Z*3 present ..... **21**
- 21**. Opisthonotal region of dorsal shield with 20 pairs of setae; seta *Z*3 longer than *Z*4 and *Z*5 ..... *G. longisetosus* Karg, 1976; Chile
- 21'**. Opisthonotal region of dorsal shield with 16–18 pairs of setae; seta *Z*3 as long as or shorter than *Z*4 and *Z*5 ..... **22**

- 22.** Podonotal region of dorsal shield with 22 pairs of setae; setae *j*3 and *j*4 about 1.0–1.3 times as long as distance between their bases and bases of *j*4 and *j*5, respectively ..... *G. fibularis* Karg, 1976; Panama
- 22'.** Podonotal region of dorsal shield with 21 pairs of setae; setae *j*3 and *j*4 about 0.5 times as long as distance between their bases and bases of *j*4 and *j*5, respectively ..... *G. brevisetosus* Karg, 1997; Chile
- 23.** Peritreme extending forward to level of posterior margin of coxa III ..... **24**
- 23'.** Peritreme extending forward to level of posterior margin of coxa II ..... **25**
- 24.** Podonotal region of dorsal shield with 21 pairs of setae; setae *j*2–*j*4 about 0.2–0.5 times as long as distance between their bases and bases of the respective subsequent setae; opisthonotal region of dorsal shield with 18 pairs of setae ..... *G. brevitondentis* Karg, 1998; Ecuador
- 24'.** Podonotal region of dorsal shield with 20 pairs of setae; setae *j*2–*j*4 about 0.9–2.0 times as long as distance between their bases and bases of the respective subsequent setae; opisthonotal region of dorsal shield with 17 pairs of setae ..... *G. levispiritus* Karg, 1998; Ecuador
- 25.** Opisthonotal region of dorsal shield with 17 pairs of setae; setae *J*1–*J*4 about as long as distance between their bases and bases of the respective subsequent setae ..... *G. ardoris* Karg, 1976; Chile
- 25'.** Opisthonotal region of dorsal shield with 19–20 pairs of setae; setae *J*1–*J*4 about 0.3–0.6 times as long as distance between their bases and bases of the respective subsequent setae ..... **26**
- 26.** Ventrianal shield smooth ..... *G. skoshi* Lee, 1970; Argentina
- 26'.** Ventrianal shield ornamented ..... **27**
- 27.** Podonotal and opisthonotal regions of dorsal shield respectively with 20 and 19 pairs of setae; opisthogaster with four platelets between genital and ventrianal shields ..... **28**
- 27'.** Podonotal and opisthonotal regions of dorsal shield respectively with 22 and 20 pairs of setae; opisthogaster without platelets between genital and ventrianal shields ..... **29**
- 28.** Dorsal setae 25–30  $\mu$ m long (except *r*3, 35  $\mu$ m, and *Z*5, 37  $\mu$ m); ventrianal shield reticulate ..... *G. incisus* Karg, 1976; Chile

- 28'**. Dorsal setae 13-15  $\mu\text{m}$  long; ventrianal shield imbricate .....  
 ..... *G. reticulatus* Karg, 1976; Chile
- 29**. Podonotal region of dorsal shield totally smooth; opisthonotal region of dorsal shield imbricate; setae *St*3 much closer together than setae *St*4; posterior end of peritrematic plate distinguishable as a bridge wider than stigma .....  
 ..... *G. pisciformis* Karg, 1997; Chile
- 29'**. Podonotal region of dorsal shield reticulate laterally; opisthonotal region of dorsal shield reticulate; distance *St*3–*St*3 similar to distance *St*4–*St*4; posterior end of peritrematic plate distinguishable as a strip narrower than stigma .....  
 ..... *Geogamasus* **sp. nov.**; Brazil

## References

- Castilho, R.C., Moraes, G.J. & Halliday, B. (2012) Catalogue of the mite family Rhodacaridae Oudemans, with notes on the classification of the Rhodacaridae (Acari: Mesostigmata). *Zootaxa*, 3471, 1–69.
- 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 International Publishing, New York, pp. 1–31.
- Castilho, R.C, Silva, E.S., Moraes, G.J. & Halliday, B. (2016) Catalogue of the family Ologamasidae Ryke (Acari: Mesostigmata). *Zootaxa*, 4197, 1-147
- Evans, G.O. & Till, W.M. (1979) Mesostigmatic mites of Britain and Ireland (Chelicerata: Acari-Parasitiformes). An introduction to their external morphology and classification. *Transactions of the Zoological Society of London*, 35, 139– 270.
- Evans, G.O. (1963) Observations on the chaetotaxy of the legs in the free-living Gamasina (Acari: Mesostigmata). *Bulletin of the Natural History Museum Zoology*, 10, 277–303.
- Halliday, R.B. (2001) Mesostigmatid mite fauna of Jenolan Caves, New South Wales (Acari: Mesostigmata). *Australian Journal of Entomology*, 40, 299–311.

- Johnston, D.E. & Moraza, M.L. (1991) The idiosomal adenotaxy and poroidotaxy of 283 Zerconidae (Mesostigmata: Zerconina). In: Dusbábek, F. & Bukva, V. (Eds.), 284 *Modern Acarology*. Academia, Prague. pp. 349–356.
- Karg, W. (1976) Revision der Milbengattung *Geogamasus* Lee, 1970 (Acarina, Parasitiformes). *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Oekologie und Geographie der Tiere*, 103, 23–49.
- Karg, W. (1979) Zur Kenntnis einiger Milbengattungen der Rhodacaridae Oudemans, 1902 (Acarina, Parasitiformes) Teil 2. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Oekologie und Geographie der Tiere*, 106, 197–213.
- Karg, W. (1997) Zur Kenntnis der Raubmilbengattung *Gamasina* Leach (Acarina, Parasitiformes) tropischer und subtropischer Gebiete. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*, 73, 63–88.
- Karg, W. (1998) Zur Kenntnis der *Eugamasides* Karg mit neuen Arten aus den Regenwäldern von Ecuador (Acarina, Parasitiformes). *Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin*, 74, 185–214. <http://dx.doi.org/10.1002/mmnz.19980740204>
- Karg, W. & Schorlemmer, A. (2011) The predatory mite family Ologamasidae Ryke, 1962 and its position within the higher groups of Parasitiformes (Acarina) with new species from South America. *Zoosystematics and Evolution*, 87, 205–219. <http://dx.doi.org/10.1002/zoos.201100003>
- Lee, D.C. (1970) The Rhodacaridae (Acari: Mesostigmata); classification, external morphology and distribution of genera. *Records of the South Australian Museum*, 16 (3), 1–219.
- Lee, D.C. (1973) Rhodacaridae (Acari: Mesostigmata) from near Adelaide, Australia. I. Systematics. *Records of the South Australian Museum*, 16 (14), 1–36.
- Lindquist, E.E. & Evans, G. O. (1965) Taxonomic concepts in the Ascidae, with a modified setal nomenclature for the idiosoma of the *Gamasina* (Acarina: Mesostigmata). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 47, 1–64.
- Sheals, J.G. (1962) Mesostigmata: *Gamasina* (Acari). In: Delamare Deboutteville, C. & Rapoport, E. (Eds.), *Biologie de l'Amérique Australe*. Vol. 1. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, pp. 83–110.

## CAPÍTULO 4 – Catalogue of the world species of Podocinidae Berlese (Acari: Mesostigmata) and a key to genera<sup>2</sup>

### Abstract

Presently, Podocinidae is considered a member of the superfamily Phytoseioidea of the cohort Gamasina of the suborder Monogynaspida of the order Mesostigmata. *Podocinum sagax* (Berlese) was the first species of this family to be described. It was early placed in tribe Podocinini, first in Sejidae then in Laelapidae, then raised to subfamily (Podocininae) and placed in Phytoseiidae, before being finally raised to the family level. This small family consists of 38 species of three genera, namely *Africoseius* Krantz (two species), *Podocinella* Evans & Hyatt (five species) and *Podocinum* Berlese (31 species). They are free living, but their biology is poorly known. The objective of this work was to synthesize the history of the classification of the podocinids, to provide a brief diagnosis of the family, a key to the genera, and to congregate the scattered taxonomic information about the podocinid species and the genera in which they are placed.

**Key words:** Mites soil, Phytoseioidea, Taxonomy

### 4.1. Introduction

The mite family Podocinidae Berlese consists of few species of mainly soil inhabiting free living mites, although species of a small group recently incorporated into this family (*Africoseius* Krantz) have been also found on plants. Podocinids are mentioned in the literature as predators, but very few papers have dealt with their feeding behaviour. Some species have been found to feed on springtails, nematodes and other mites (Wong 1967; Lindquist *et al.* 2009; Rueda-Ramírez *et al.* 2019).

This family is presently considered a member of Phytoseioidea (*sensu* Linquist *et al.* 2009), of the cohort Gamasina, suborder Monogynaspida of the order Mesostigmata. Berlese (1882b) described *Podocinum* Berlese to contain a single species, originally described as *Laelaps sagax* Berlese (Berlese, 1882a). Slightly over 30 years later, Berlese (1913b) established Podocinini in Sejidae, to contain

---

<sup>2</sup> Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido à revista *Zootaxa* e encontra-se em avaliação para publicação.

*Atacoseius* Berlese, *Deraiophorus* Canestrini, *Epicroseius* Berlese and *Podocinum*. Berlese (1916) assigned Podocinini to Laelaptidae, including in it *Podocinum* as well as eight other genera (now placed in other families of Gamasina), one of which composed of six subgenera.

Vitzthum (1941) withdrew from Podocininae three of those genera. At the same time, he elevated to the genus level one of the subgenera (*Platyseius*) that Berlese (1916) had considered within *Lasioseius* in Podocinini. Additionally, he included six other genera (now in other families) in Podocininae.

Baker & Wharton (1952) established a new classification system for the Acari. In that new system, only Hyletastinae, Hipoaspidinae and Laelapinae were left in Laelaptidae. Podocininae and Phytoseiinae were put together in Phytoseiidae, as previously done by Vitzthum (1941), while all other subfamilies were elevated to the family level. However, Baker & Wharton (1952) differed from Vitzthum (1941) in relation to the composition of the Podocininae and Phytoseiinae. The genera *Ameroseius*, *Lasioseius* (with its subgenera) and *Seius* were transferred to Phytoseiinae, while *Blattisocius* was transferred to Podocininae.

Womersley (1956a) described a new genus and species, *Derrickia setosa* Womersley, on the basis of a protonymph, placing it in Podocinidae, apparently on the basis of the ornamentation of the dorsal shield. Womersley (1956b) added the description of the deutonymph of this remarkable species.

Evans and Hyatt (1958) elevated Podocinini to family rank, Podocinidae, recognising two genera, *Podocinum* and the new genus *Podocinella* Evans and Hyatt. They characterized the family as including mites with holodorsal shield bearing 14–23 pairs of setae in the adult stage; surface of shield usually tuberculated, with tubercles sometimes forming a polygonal network; female sternal shield bearing three pairs of simple setae; genital shield wedge-shaped, with a pair of setae; ventrianal shield large, with nine setae in *Podocinum* and seven setae in *Podocinella*; male with holoventral shield; peritreme and peritrematic plate well developed; tectum trispinate; chelicerae of both sexes chelate-dentate and provided with a spermatophoral process in the male; leg I with ambulacrum, tarsus I, in the former, with a pair of long setae apically but with only a single whip-like seta apically in the latter.

Athias-Henriot (1959) considered *Podocinum* to be *incertae sedis*, pending on the understanding of the immature morphology. Krantz (1962) described the new genus *Africoseius* Krantz in the subfamily Aceosejinae in the family Aceosejidae. Bernhard (1963) created the superfamily Laelapoidea, including Podocinidae as one of the six families that composed it, others being Ascaidae, Phytoseiidae, Hypoaspidae, Hyletastidae and Laelaptidae.

Westerboer (1963) revised Podocinidae, arguing that to be necessary, given the inadequate diagnosis for the respective taxa in the literature. He cited the main morphological characteristics of the family, characterizing the genera considered in the system proposed by Vitzthum (1941) to belong to this family, as he considered that to be the most widely adopted system until then. Westerboer (1963) included *Garmania* and *Neojordensia* in Podocinidae mentioning that of the taxa considered by Vitzthum (1941), only *Podocinum*, *Lasioseius* (with the subgenera *Lasioseius* and *Zygoseius*), *Platyseius* (with the subgenera *Platyseius* and *Episeius*) and *Hoploseius* should be included in Podocinidae. He then detailed his characterization of the family, provided a key to separate the genera, characterized in detail each of them and the species they included.

Karg (1986), Karg (1993) and Christian & Karg (2006) had a different concept of Podocinidae. In their concept, Podocinidae included *Aceodromus* Muma, *Aceoseius* Sellnick, *Andregamasus* Costa, *Hoploseius* Berlese, *Lasioseius* Berlese, *Neojordensia* Evans, *Podocinella* and *Podocinum*.

Halliday (1990) followed Evans and Hyatt (1958) and recognized podocinids by the highly developed ornamentation on the dorsal shield and the extreme length of leg I, with the genera *Podocinum* and *Podocinella*. The two genera are distinguished by the long whip-like setae on tarsus I, *Podocinum* having two and *Podocinella* has a single seta of that type. Halliday (1990) also examined *Derrickia* specimens, concluding that this genus does not belong to Podocinidae. The conspicuous brush attached to the movable digit of the chelicera cannot be accommodated in the monogynaspid Mesostigmata, suggesting that *Derrickia* belonged in Trigynaspida.

Lindquist *et al.* (2009) classified Podocinidae in Phytoseoidea, including only *Podocinum* and *Podocinella*, by dorsal shield with less than 20 pairs of setae (except *Podocinella plumosa* Evans & Hyatt with 23 pairs of setae); seta J1 absent; female

with less than four pairs of marginal setae on the unsclerotized integument; female with phytoseiid-type sperm access system, including a usually sclerotized calyx and often an associated minor duct. Within this superfamily, Podocinidae was characterized by those authors as having no *R* setae, legs I greatly elongated, with genual, tibial and tarsal segments attenuate, subequal; tarsus I without claws and with 1-2 apical, whiplike setae; tibia II with 10 setae, including two anterolaterals and four dorsals, and tibia IV with 10 setae, including two anterolaterals and two dorsals; dorsal shield with a pair of large, distinctive gland pores between setae *J3* and *Z3*.

Karg & Schorlemmer (2009) followed the concept of Podocinidae presented in previous publication of the first author, and also included the genus *Africoseius* in the family for the first time. The main characteristics observed in *Africoseius* for this classification were the strong setae posterior on the dorsum, a large ventrianal shield in the female and especially the apomorph hypostom with proximal dented and lengthened transverse strips. *Africoseius* was related to *Lasioseius* (the hypostome of both groups is very similar) and to *Neojordensia* (tectum with smooth margin).

Ho (2009) provided a checklist and a key to the 33 world species of Podocinidae based on the original description, including only two genera, *Podocinum* and *Podocinella*, in this family. Yan *et al.* (2012) provided a revised global checklist and a key (based on adult females) of *Podocinum*, including 30 species.

Santos *et al.* (2017) provided a new characterisation of *Podocinum*, incorporating characteristics of the mites examined in that study and a reappraisal of the literature. Santos *et al.* (2019) presented a complementary characterization of *Podocinella* and a key to distinguish the five recognizable world species of the genus.

Rueda-Ramírez *et al.* (2019) indicated that *Africoseius* is a member of the well-supported Podocinidae (*sensu* Lindquist *et al.* 2009) clade, through a phylogenetic study based on 18S and 28S rDNA sequences. Within Podocinidae, a new subfamily, Africoseiinae, was proposed, based on uniquely apomorphic characteristics of the setae *ad4* and *pd4* (*sensu* Evans 1969) of tarsi II–IV absent, and setae *av4* and *pv4* of same basitarsi long, incurved and close to each other and to a posterior longitudinal extension of the peripodomeric suture and on the attenuated form of the lateral (rather than the medial) hypostomatic setae. All other

presently known species of the family (*Podocinum* and *Podocinella* species) were placed in the subfamily Podocininae.

The purpose of this work is to summarize current taxonomic understanding of the Podocinidae, facilitating future systematic research. We therefore present a brief diagnosis of the family, a key for the separation of the genera and a list of the species considered to belong to the family, with associated taxonomic information. Some of the genera as summarized here are probably not monophyletic taxa united by synapomorphies. However, this work is not intended to be a detailed taxonomic or phylogenetic revision at any level. Instead, it is a summary description of the classification as it stands now. It is meant to bring together the presently available taxonomic information about the family, to provide a resource that future researchers can use when preparing more detailed studies of the group.

#### **4.2. Materials and Methods**

This publication includes papers published up to 31 January 2020. The search for information was initiated by considering the literature available in the personal reprint collections of each author. New references were detected by searching electronic databases and evaluating references listed in each paper available to the authors. Of fundamental importance in the initial part of the work was the publication by Ho *et al.* (2009).

We first present a diagnosis of the family Podocinidae and each of the included genera, and then a key to genera. The catalogue proper includes a list of the species presented in alphabetic order of genera and of species within each genus. For each genus, the following information is provided:

- **NAME AND AUTHOR**
- Original designation of the genus, author, year of the original description, page on which the description starts, type species, and other references to descriptions or re-descriptions of the genus;
- Synonyms (when applicable), each followed by the respective authors, page on which the original description started, type species, reference to the paper

in which each the synonymy was established, type species, and further references providing descriptive information about the junior synonym.

For each species, the following information is provided:

- Current generic combination of the species, with its author and date of description;
- Name of the species in its original combination, with reference to the author, date, and the page on which the description started;
- References to subsequent literature on the species, including different combinations or variations of the name, including publications providing information about the species morphology, in addition to the original description;
- Synonyms, followed by the respective authors, date, and page number, and the references in which synonymies were established;
- Type depository, the institution where the name-bearing type specimens are deposited;
- Type locality, with the name of the country given first, followed by the location inside the country, from the more specific to the more general geographic information, and the habitat in which type specimens were collected.
- Occasional notes were added after presenting details of a genus or species, to explain an unusual or complicated taxonomic or nomenclatural problem.

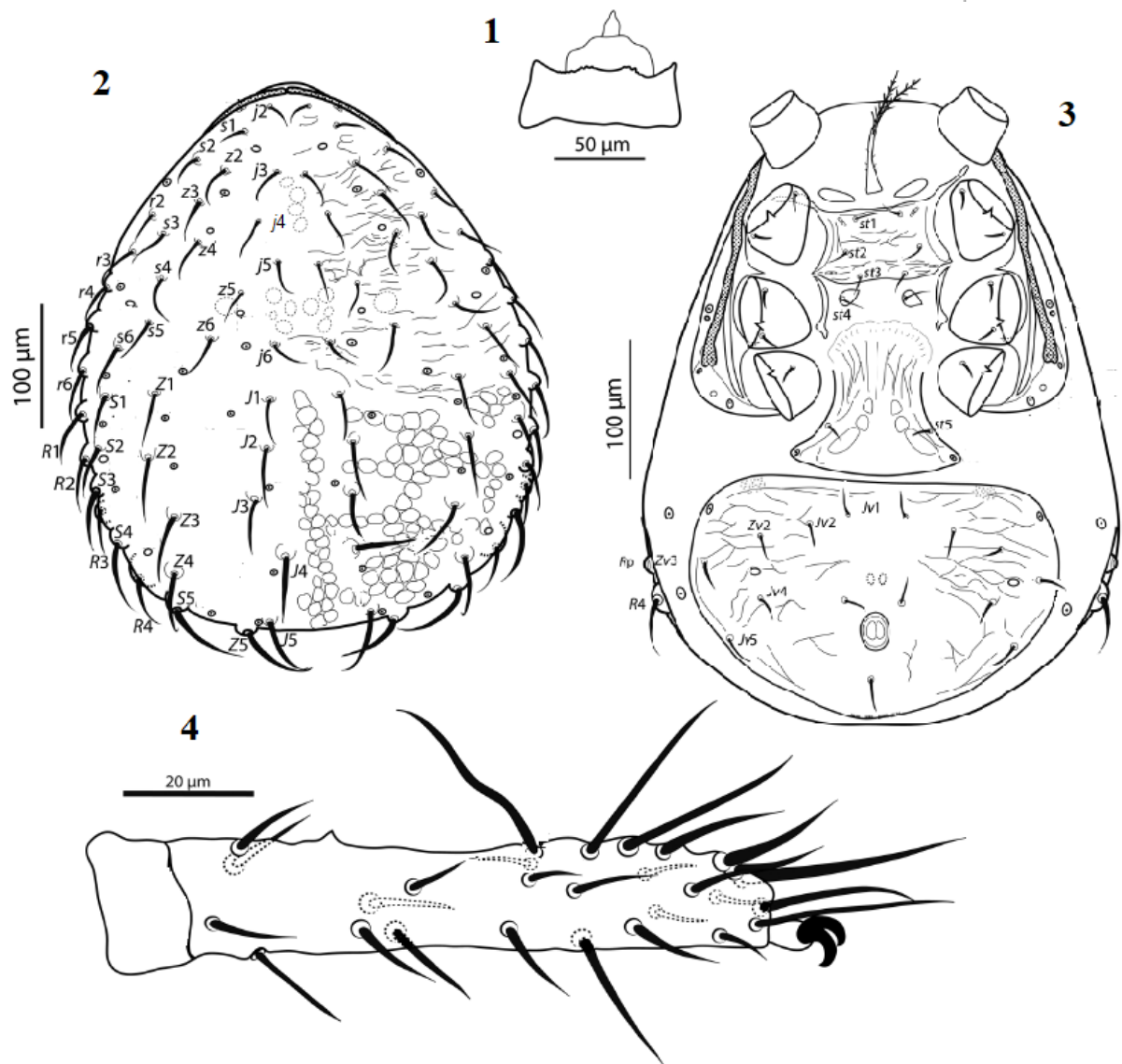
#### 4.3. Diagnosis of Podocinidae

Detailed diagnosis is presented in Rueda et al. (2019), summarized as follows. Movable digit with two teeth in addition to apical hook; fixed digit denticulate, seemingly without subapical offset “Gabelzahn” tooth; *pilus dentilis* setiform; arthrodial process of chelicera shaped as a coronet-like fringe; corniculus horn-like; podonotal and opisthonotal shields fused; sternal shield with three pairs of setae (*st1-st3*); lyrifissure *iv3* absent; epigynial and ventrianal shields broad; anal opening small, at most one fourth as long as ventrianal shield; anterior section of endopodal shield fused with sternal shield; metapodal platelets incorporated as discernible sigilla in

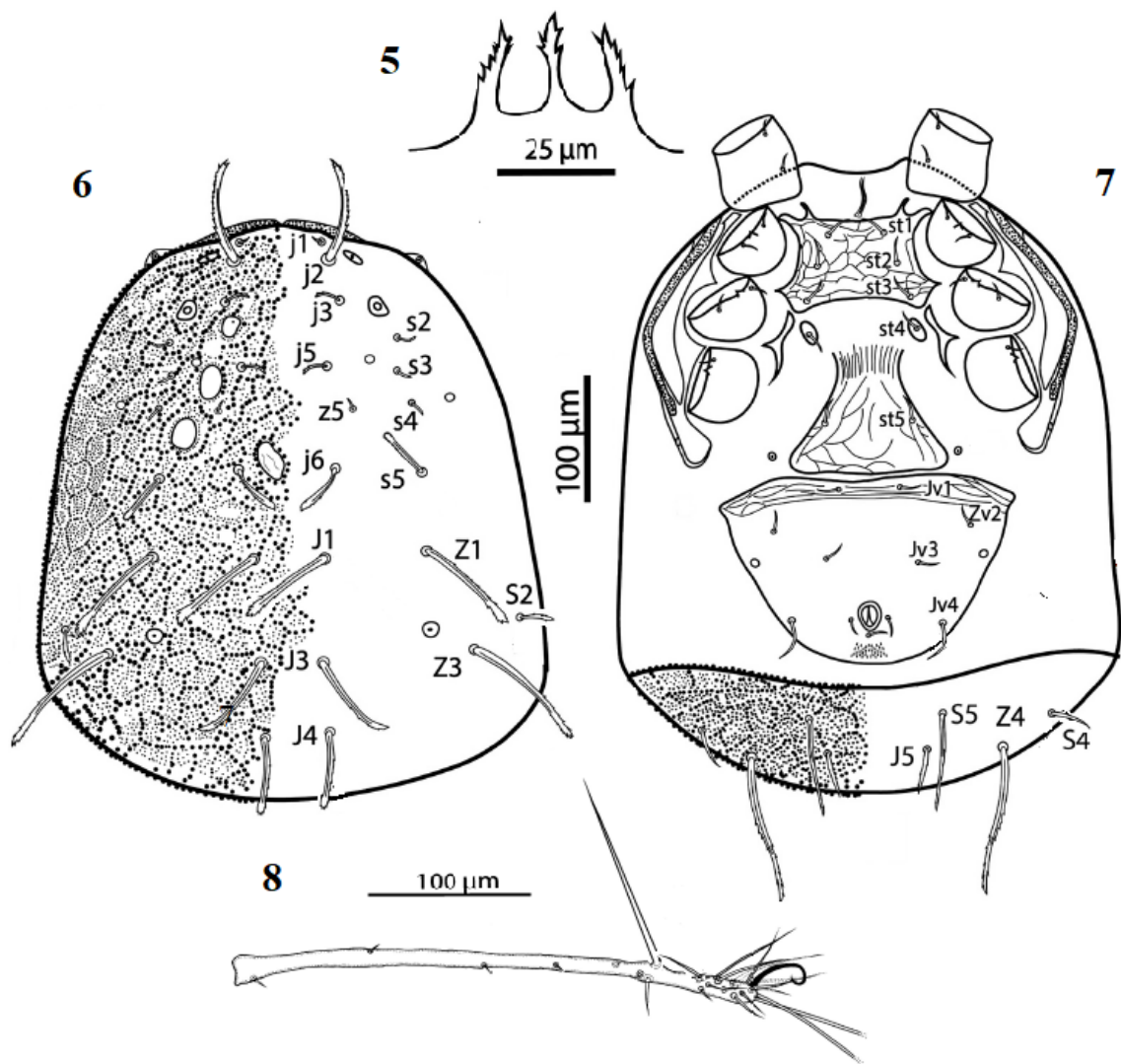
expanded ventrianal shield; tibia I hypotrichous (eight setae in *Africoseius* and *Podocinella*, and nine setae in *Podocinum*); femur II with 10 setae and femora III and IV with six setae each.

#### 4.4. Key to genera of Podocinidae (adult females)

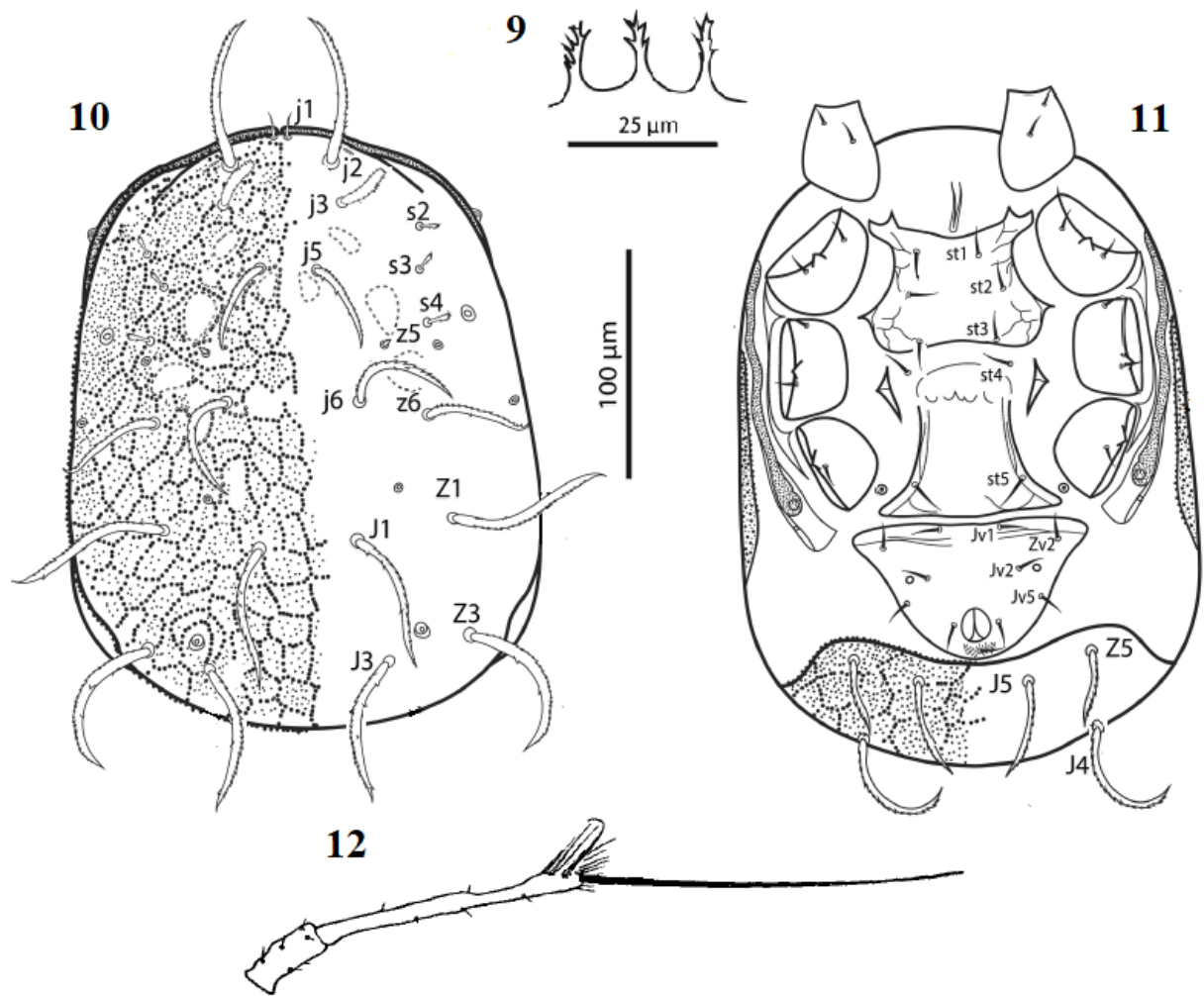
1. Anterior region of epistome acuminate; dorsal shield with 40 pairs of setae; with one pair of pre-sternal plates; ventrianal shield with six pairs of preanal setae; leg I slightly shorter than leg IV (both longer than other legs), with pretarsus; genua II, III and IV with six, six and five setae, respectively; tibia IV with seven setae .....  
.....*Africoseius* (Figs 1–4)
- Anterior region of epistome trispinate; dorsal shield with 11-23 pairs of setae; pre-sternal plates absent; ventrianal shield with 3-4 pairs of preanal setae; leg I much longer than other legs, without pretarsus; genua II, III and IV with seven, seven, six setae, respectively; tibia IV with six setae ..... 2
2. Leg I antenna-like, terminating in two whip-like setae .... *Podocinum* (Figs 5–8)
- Leg I antenna-like, terminating in a single whip-like seta *Podocinella* (Figs 9–12)



FIGURES 1–4. *Africoseius lativentris* (Karg, 1982). Female. 1. Epistome; 2. Dorsal idiosoma; 3. Ventral idiosoma; 4. Tarsus of leg I [adapted from Rueda-Ramírez *et al.*, 2019].



FIGURES 5–8. 5–7. *Podocinum tupinamba* Santos, Martins, Britto & Moraes, 2017. Female. 5. Epistome; 6. Dorsal idiosoma; 7. Ventral idiosoma [adapted from Santos *et al.*, 2017]. 8. *Podocinum tibetensis* Yan, Jin, Wu, Guo & Guo, 2012. Female. 8. Tarsus of leg I [adapted from Yan *et al.*, 2012].



FIGURES 9–12. 9–11. *Podocinella misella* (Berlese, 1913). Female. 5. Epistome; 6. Dorsal idiosoma; 7. Ventral idiosoma [adapted from Santos *et al.*, 2019]; 8. *Podocinella alstoni* Evans & Hyatt, 1958. Female. Tarsus of leg I [adapted from Evans & Hyatt, 1958].

**Key to species of *Africoseius*** – See Rueda-Ramírez *et al.* (2019).

**Key to species of *Podocinella*** – See Santos *et al.* (2019).

**Key to species of *Podocinum*** – See Yan *et al.* (2012), replacing couplet 6 of that key by what follows:

6. Apotele 2-tined with an adjacent hyaline membrane; seta S2 present; tarsus IV with 18 setae, including an extra seta anterior of *md* .....  
 ..... *Podocinum tupinamba* Santos, Martins, Britto & Moraes, 2017
- Apotele 3-tined without adjacent hyaline membrane; seta S2 absent; tarsus IV with 17 setae, without extra seta ..... 6a
- 6a. One or two sub-distal setae of tarsus I very long, obviously longer than or approximately equal to the distance between the setal base and the distal end of tarsus I ..... 7
- Sub-distal setae of tarsus I minute, the longest sub-distal seta obviously shorter than or approximately equal to the half of the distance between the setal base and the distal end of tarsus I ..... 15

#### 4.5. Catalogue of Podocinidae

##### PODOCINIDAE

Podocinini Berlese, 1913b: 12, in Laelaptidae

Podocininae.— Vitzthum, 1941: 764, in Laelapidae.

Podociniinae.— Baker & Wharton, 1952: 89, in Phytoseiidae.

Podocinidae.— Evans & Hyatt, 1958: 916; Halliday, 19990: 277; Lindquist *et al.*, 2009: 164.

##### AFRICOSEIINAE

Africoseiinae Rueda-Ramírez *et al.*, 2019: 2387.

##### *Africoseius* Krantz, 1962

*Africoseius* Krantz, 1962: 22.

Type species: *Africoseius areolatus* Krantz, 1962, by original designation.

*Africoseius*.— Karg & Schorlemmer, 2009: 63; Karg & Schorlemmer, 2009: 196; Rueda-Ramírez *et al.*, 2019: 2385.

##### 01. *Africoseius areolatus* Krantz, 1962

*Africoseius areolatus* Krantz, 1962: 22.

*Africoseius areolatus*.— Karg & Schorlemmer, 2009: 64.

**Type depository.** The institute where it was deposited (Institute of National Parks of the Belgian Congo and Ruanda-Urundi) is no longer in operation. The specimens could also not be located at the Royal Museum of Central Africa (Tervuren) or the Royal Museum of Natural Sciences (Brussels).

**Type locality and habitat.** Democratic Republic of the Congo, Garamba National Park, 24 April 1952, in forest litter.

**Note.** Halliday (1998: 46) considered *Neojordensia lativentris* Karg to be a junior synonym of *A. areolatus*. However, Rueda-Ramírez *et al.* (2019: 2390) refrained from accepting that synonymy, a decision also adopted in this publication.

## 02. *Africoseius lativentris* (Karg, 1982)

*Neojeordensia lativentris* Karg, 1982: 70.

*Africoseius lativentris*.— Halliday *et al.*, 1998: 46; Rueda-Ramírez *et al.*, 2019: 2375.

*Africoseius americanus* Karg & Schorlemmer, 2009: 63 [Synonymy by Rueda-Ramírez *et al.*, 2019: 2375]

**Type depository.** *A. lativentris* and *A. americanus*: Museum für Naturkunde Berlin, Berlin, Germany.

**Type locality and habitat.** *A. lativentris*: Brazil, Cabreúva, São Paulo state, 5 July 1970, in *Turdus* sp. [Aves: Turdidae] nest; *A. americanus*: Paraguay, Villa Hayes, along the “Canatera Transchaco”, 1966, in soil a marshy forest.

**Note.** Halliday (1998: 46) considered *Neojordensia lativentris* Karg to be a junior synonym of *Africoseius areolatus* Krantz. However, Rueda-Ramírez *et al.* (2019: 2390) refrained from accepting that synonymy, a decision also adopted in this publication.

## PODOCININAE

Podocinini Berlese, 1913b: 12; 1916: 33.

Podocininae.— Vitzthum, 1941: 764; Baker & Wharton, 1952: 88

## **Genus *Podocinella* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinella* Evans & Hyatt, 1958: 926.

Type species: *Podocinella plumosa* Evans & Hyatt, 1958, by original designation.

*Podocinella*.— Ho *et al.*, 2009: 90; Santos *et al.*, 2019: 185.

### **03. *Podocinella alstoni* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinella alstoni* Evans & Hyatt, 1958: 928.

*Podocinella alstoni*.— Ho *et al.*, 2009: 90; Santos *et al.*, 2019: 186.

**Type depository.** British Museum (Natural History), London, England.

**Type locality and habitat.** Indonesia, Tomohon, North Sulawesi, 2 June 1954, in forest litter.

### **04. *Podocinella meghalayaensis* Bhattacharyya, 1994**

*Podocinella meghalayaensis* Bhattacharyya, 1994: 55.

*Podocinella meghalayaensis*.— Ho *et al.*, 2009: 90; Santos *et al.*, 2019: 186.

**Type depository.** Zoological Survey of India, Kolkata, India.

**Type locality and habitat.** India, along a road to Cherrapunji, Meghalaya, 3 December 1969, in fern litter.

### **05. *Podocinella misella* (Berlese, 1913)**

*Podocinum misellum* Berlese, 1913a: 83.

*Podocinella misella*.— Evans & Hyatt, 1958: 929; Hurlbutt, 1971: 295; Ho *et al.*, 2009: 90; Santos *et al.*, 2019: 182.

**Type depository.** Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Florence, Italy.

**Type locality and habitat.** Indonesia, Java, collection date and host/substrate unspecified.

### **06. *Podocinella plumosa* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinella plumosa* Evans & Hyatt, 1958: 927.

*Podocinella plumosa*.— Ho *et al.*, 2009: 90; Santos *et al.*, 2019: 186.

**Type depository.** British Museum (Natural History), London, England.

**Type locality and habitat.** Indonesia, Kubaljani, Sumatra, 22 March 1954, unspecified substrate.

#### **07. *Podocinella poetica* Ishikawa, 1976**

*Podocinella poetica* Ishikawa, 1976: 249.

*Podocinella poetica*.— Ho *et al.*, 2009: 90; Santos *et al.*, 2019: 186.

**Type depository.** Biological Laboratory, Matsuyama Shinonome Junior College, Matsuyama, Japan.

**Type locality and habitat.** Malaysia, Pasoh Forest Reserve, 10 January 1971, unspecified substrate.

#### **Genus *Podocinum* Berlese, 1882**

*Podocinum* Berlese, 1882b: 338.

Type species: *Podocinum sagax* Berlese, 1882, by original designation.

*Podocinum*.— Berlese, 1892b: 10; Evans & Hyatt, 1958: 917; Athias-Henriot, 1959: 25; Ishikawa, 1970: 112; Bregetova, 1977: 255; Karg, 1993: 247; Ho *et al.*, 2009: 90; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 45; Santos *et al.*, 2017: 456.

#### **08. *Podocinum aciculatum* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinum aciculatum* Evans & Hyatt, 1958: 918.

*Podocinum aciculatum*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** British Museum (Natural History), London, England.

**Type locality and habitat.** Nepal, Kalopani (28°39'N, 83°36'E; alt. 2590 m), 26-29 September 1954, under wet wood in a pine forest.

#### **09. *Podocinum agilis* Arutunyan, 1974**

*Podocinum agilis* Arutunyan, 1974: 254.

*Podocinum agilis*.— Ho *et al.*, 2009: 92; Yan *et al.*, 2011: 54; 2012: 46.

**Type depository.** National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Institute of Zoology, Yerevan, Armenia.

**Type locality and habitat.** Armenia, Zeytun state farm (alt. 450 m), Noyemberyan, Tavush, 30 August 1972, in litter of cypress [Cupressaceae].

#### **10. *Podocinum anhuense* Wen, 1965**

*Podocinum anhuense* Wen, 1965: 353.

*Podocinum anhuense*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 46.

**Type depository.** Department of Parasitology, Shanghai First Medical College, Shanghai, China.

**Type locality and habitat.** China, Anhui Province, 7 July 1959, in nest of *Cricetulus barabensis* (Pallas) [Mammalia: Rodentia: Cricetidae].

#### **11. *Podocinum aokii* Ishikawa, 1970**

*Podocinum aokii* Ishikawa, 1970: 119.

*Podocinum aoki* [sic].— Bregetova, 1977: 255.

*Podocinum aokii*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 46.

**Type depository.** National Museum of Nature and Science, Tokyo, Japan.

**Type locality and habitat.** Japan, Omogo Valley, Ehime Prefecture, 28 October 1967, unspecified substrate.

#### **12. *Podocinum bengalensis* Bhattacharyya, 1968**

*Podocinum bengalensis* Bhattacharyya, 1968: 528.

*Podocinum* [jamaicense] *bengalensis*.— Hurlbutt, 1971: 298.

*Podocinum bengalensis*.— Yan *et al.*, 2012: 45; Santos *et al.*, 2017: 445.

**Type depository.** Zoological Survey of India, Kolkata, India.

**Type locality and habitat.** India, Botanical Garden, Shibpur, Howrah district, West Bengal, 24 December 1964, in soil under bamboo grove.

#### **13. *Podocinum catenulum* De Leon, 1964**

*Podocinum catenulum* De Leon, 1964: 39.

*Podocinum catenulum*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 46.

**Type depository.** Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, USA.

**Type locality and habitat.** USA, Erwin, Unicoi, Tennessee, 27 August 1962, on decaying apples on ground.

**14. *Podocinum catenum* Ishikawa, 1970**

*Podocinum catenum* Ishikawa, 1970: 116.

*Podocinum catenum*.— Bregetova, 1977: 255; Ho *et al.*, 2009: 92; Yan *et al.*, 2011: 54; 2012: 46.

**Type depository.** National Museum of Nature and Science, Tokyo, Japan.

**Type locality and habitat.** Japan, Namekawa Valley, Ehime Prefecture, 21 July 1968, unspecified substrate.

**15. *Podocinum changchunense* Liang, 1993**

*Podocinum changchunense* Liang, 1993: 58.

*Podocinum changchunense*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 46.

**Type depository.** Department of Environmental and Resources Biology, Fudan University, Shanghai, China.

**Type locality and habitat.** China, Changchun, Jilin Province, 15 August 1985, in litter and humus.

**16. *Podocinum guizhouense* Yan & Jin, 2011**

*Podocinum guizhouense* Yan & Jin, *in* Yan *et al.*, 2011: 50.

*Podocinum guizhouense*.— Yan *et al.*, 2012: 46.

**Type depository.** Institute of Entomology, Guizhou University, Guiyang, China.

**Type locality and habitat.** China, Kuankuoshui National Nature Reserve, near Wangcao (28°22'N, 107°22'E; alt. 852 m), Suiyang, Guizhou Province, 3 June 2010, in the fur of *Niviventer fulvescens* (Gray) [Mammalia: Rodentia: Muridae].

**17. *Podocinum hainanense* Liang, 1993**

*Podocinum hainanense* Liang, 1993: 59.

*Podocinum hainanense*.— Ho *et al.*, 2009: 92; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 46.

**Type depository.** Department of Environmental and Resources Biology, Fudan University, Shanghai, China.

**Type locality and habitat.** China, Mount Jianfengling, Jianfengling National Forest Park, Hainan Province, 31 October 1986, in litter and humus.

#### **18. *Podocinum jamaicense* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinum jamaicense* Evans & Hyatt, 1958: 920.

*Podocinum [jamaicense] jamaicense*.— Hurlbutt, 1971: 298.

*Podocinum jamaicense*.— Ho *et al.*, 2009: 90; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** British Museum (Natural History), London, England.

**Type locality and habitat.** Jamaica, Dolphin Head (alt. 535 m), Hanover, Cornwall, 13 April 1956, in damp woody earth.

#### **18a. *Podocinum jamaicense tanzaniense* Hurlbutt, 1971**

*Podocinum [jamaicense] tanzaniense* Hurlbutt, 1971: 298.

**Type depository.** National Museum of Natural History, Washington, USA.

**Type locality and habitat.** Tanzania, adjacent to Morogoro River (alt. 548 m), unspecified collection date, in litter under bushes and trees.

#### **19. *Podocinum jianfenglingense* Liang, 1993**

*Podocinum jianfenglingense* Liang, 1993: 56.

*Podocinum jianfenlingense* [sic].— Liang, 1993: 57.

*Podocinum jianfenglingense*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 46.

**Type depository.** Department of Environmental and Resources Biology, Fudan University, Shanghai, China.

**Type locality and habitat.** China, Mount Jianfengling, Jianfengling National Forest Park, Hainan Province, 30 October 1986, in litter and humus.

#### **20. *Podocinum mediocre* Berlese, 1913**

*Podocinum mediocre* Berlese, 1913a: 83.

*Podocinum mediocre*.— Evans & Hyatt, 1958: 921; Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 46.

**Type depository.** Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Florence, Italy.

**Type locality and habitat.** Indonesia, Java, unspecified collection date and substrate.

## **21. *Podocinum minus* Berlese, 1913**

*Podocinum minus* Berlese, 1913a: 83.

*Podocinum minus*.— Evans & Hyatt, 1958: 922; Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 46.

**Type depository.** Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Florence, Italy.

**Type locality and habitat.** Indonesia, Java, collection date and host/substrate unspecified.

## **22. *Podocinum monilicum* Halliday, 1990**

*Podocinum monilicum* Halliday, 1990: 277.

*Podocinum monilicum*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** Australian National Insect Collection, Canberra, Australia.

**Type locality and habitat.** Australia, Rosedale (near Malua Bay) (35°49'S, 150°13'E), New South Wales, 20 November 1983, in *Eucalyptus* [Myrtaceae] leaf litter

## **23. *Podocinum nepalense* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinum nepalense* Evans & Hyatt, 1958: 922.

*Podocinum nepalense*.— Ho *et al.*, 2009: 92; Yan *et al.*, 2012: 46.

**Type depository.** British Museum (Natural History), London, England.

**Type locality and habitat.** Nepal, Ulleri (28°21,5'N, 83°44,5'E; alt. 1828-2133 m), 18 May 1954, in dry soil under trees in a deciduous forest.

## **24. *Podocinum orientale* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinum orientale* Evans & Hyatt, 1958: 922.

*Podocinum orientale*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 46.

**Type depository.** British Museum (Natural History), London, England.

**Type locality and habitat.** Malaysia, Sungai Buloh, Petaling, Selangor, February 1955, in forest litter and topsoil.

## **25. *Podocinum pacificum* Berlese, 1895**

*Podocinum pacificum* Berlese, 1895: 319.

*Podocinum pacificum*.— Berlese, 1913a: 83; Evans & Hyatt, 1958: 923; Athias-Henriot, 1959: 28; De Leon, 1964: 43; Ishikawa, 1970: 113; Bregetova, 1977: 255; Blaszac & Alberti, 1985: 169; Karg, 1993: 247; Liang, 1993: 54; Bhattacharyya, 1994: 56; Ho *et al.*, 2009: 92; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 46; Santos *et al.*, 2017: 448.

**Type depository.** Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Florence, Italy.

**Type locality and habitat.** Italy, Florence and Naples, unspecified collection date, under stones and in ant [Hymenoptera] nests.

## **26. *Podocinum pintungense* Ho, Ma & Wang, 2009**

*Podocinum pintungense* Ho, Ma & Wang, 2009: 83.

*Podocinum pintungense*.— Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 45.

**Type depository.** National Museum of Natural Science, Taichung, Taiwan.

**Type locality and habitat.** Taiwan, Nanren Shan Mountain, Manzhou, Pingtung, 19 January 2002, in leaf litter.

## **27. *Podocinum protonotum* Ishikawa & Saichuae, 1997**

*Podocinum protonotum* Ishikawa & Saichuae, 1997: 66.

*Podocinum protonotum*.— Ho *et al.*, 2009: 90; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** National Museum of Nature and Science, Tokyo, Japan.

**Type locality and habitat.** Thailand, Khao Yai National Park, 7 August 1996, in litter of tropical rain forest.

## **28. *Podocinum pugnorum* De Leon, 1964**

*Podocinum pugnorum* De Leon, 1964: 41.

*Podocinum pugnorum*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, USA.

**Type locality and habitat.** USA, Parrish, Manatee, Florida, 19 October 1960, in litter under citrus tree.

### **29. *Podocinum ruwenzoriense* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinum ruwenzoriense* Evans & Hyatt, 1958: 924.

*Podocinum ruwenjoriense* [sic].— Ho *et al.*, 2009: 90.

*Podocinum ruwenzoriense*.— Hurlbutt, 1971: 297; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** British Museum (Natural History), London, England.

**Type locality and habitat.** Uganda, Rwenzori Mountains (alt. 1036 m), Bundibugyo, 22 August 1952, in litter under hardwood stand.

### **30. *Podocinum sagax* (Berlese, 1882)**

*Laelaps sagax* Berlese, 1882a: 638.

*Podocinum sagax*.— Berlese, 1882b: 340; 1882c: 1; 1892a: 45; 1913a: 83; Evans & Hyatt, 1958: 918; Bregetova, 1977: 255; Ishikawa, 1979: 115; Karg, 1993: 247; Liang, 1993: 55; Bhattacharyya, 1994: 58; Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 45; Santos *et al.*, 2017: 450.

**Type depository.** Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Florence, Italy.

**Type locality and habitat.** Italy, Botanical Garden, Padua, Veneto, unspecified collection date, in soil of greenhouse.

### **31. *Podocinum sibiricum* Volonikhina, 1999**

*Podocinum sibiricum* Volonikhina, 1999: 63.

*Podocinum sibirium* [sic].— Ho *et al.*, 2009: 91.

*Podocinum sibiricum*.— Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** Zoological Museum, Institute for Systematics and Ecology of Animals, Novosibirsk, Russia.

**Type locality and habitat.** Russia, Altai mountains, 45 km of Ust-Sema village, valley of Katun River, Chemsalsky District, Altai Republic, 19 August 1997, in

litter of a coniferous-deciduous forest with *Betula* [Betulaceae] and *Pinus sylvestris* [Pinaceae].

### **32. *Podocinum stellatum* Ma & Wang, 1998**

*Podocinum stellatum* Ma & Wang, 1998: 4.

*Podocinum stellatum*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2011: 55; 2012: 46.

**Type depository.** National Base of Plague and Brucellosis Control, Baicheng City, Jilin Province, China.

**Type locality and habitat.** China, Mount Emei (29°32'N, 103°19'E), Sichuan Province, 6 July 1985, in fallen leaves.

### **33. *Podocinum sumatrense* Evans & Hyatt, 1958**

*Podocinum sumatrense* Evans & Hyatt, 1958: 925.

*Podocinum sumatrense*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** British Museum (Natural History), London, England.

**Type locality and habitat.** Indonesia, Kubaljani, Sumatra, 22 March 1954, unspecified substrate.

### **34. *Podocinum taylori* Halliday, 1990**

*Podocinum taylori* Halliday, 1990: 279.

*Podocinum taylori*.— Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** Australian National Insect Collection, Canberra, Australia.

**Type locality and habitat.** Australian, Mount Haig (alt. 1140 m), Queensland, 30 June 1971, in rainforest leaf litter.

### **35. *Podocinum tianmuense* Liang, 1993**

*Podocinum tinamuoe* Liang, 1992: 237 (*lapsus*)

*Podocinum tianmonum* Liang, 1992 (*nomen nudum*)

*Podocinum tianmuense* Liang, 1993: 57.

*Podocinum tianmuense*.— Ho *et al.*, 2009: 92; Yan *et al.*, 2011: 55.

*Podocinum tianmonum*.— Yan *et al.*, 2012: 46.

**Type depository.** Department of Environmental and Resources Biology, Fudan University, Shanghai, China.

**Type locality and habitat.** China, Tianmu Mountain, Lin'an, Hangzhou, Zhejiang Province, 20 April 1986, in litter and humus.

**Note.** According to Yan *et al.* (2012: 44), *P. tinamuoe* was mentioned once (page 237) and *P. tianmonum* was published twice (pages 583 and 614) in Liang (1992). However, those names were mentioned before the species was officially described, by Liang (1993).

### **36. *Podocinum tibetensis* Yan, Jin, Wu, Guo & Guo, 2012**

*Podocinum tibetensis* Yan, Jin, Wu, Guo & Guo, 2012: 36.

**Type depository.** Institute of Entomology, Guizhou University, Guiyang, China.

**Type locality and habitat.** China, Bome County (29°53' N, 95°40' E; alt. 2726 m), Nyingchi, Tibet Autonomous Region, 25 August 2010, in litter under pine tree.

### **37. *Podocinum tsushmanum* Ishikawa, 1970**

*Podocinum tsushmanum* Ishikawa, 1970: 114.

*Podocinum tsushmanum*.— Bregetova, 1977: 255; Ho *et al.*, 2009: 91; Yan *et al.*, 2012: 45.

**Type depository.** National Museum of Nature and Science, Tokyo, Japan.

**Type locality and habitat.** Japan, Mitake (alt. 490 m), Kamiagata, Tsushima Island Archipelago, Nagasaki, 18 October 1968, unspecified substrate.

### **38. *Podocinum tupinamba* Santos, Martins, Britto & Moraes, 2017**

*Podocinum tupinamba* Santos, Martins, Britto & Moraes, 2017: 453.

**Type depository.** Departamento de Entomologia e Acarologia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil.

**Type locality and habitat.** Brazil, Leme, São Paulo State, 07 February 2000, in litter.

**Species transferred to other family**

*Podocinum guthriei* Ewing, 1913: 115, transferred to Blattisociidae (*Cheiroseius*) (Hennessey & Farrier, 1988: 27).

#### 4.6. Final remarks

In total, only 38 species are presently placed in Podocinidae *sensu* Lindquist *et al.* (2009), of which two are placed in *Africoseius* Krantz (described from Africa and South America), five in *Podocinella* Evans & Hyatt (from Asia), and 31 in *Podocinum* Berlese (from Africa, America, Asia, Europe and Oceania). By far, most species have been described from Asia.

#### Acknowledgements

This work is part of a BIOTA/FAPESP project (Process 2017/12004-1). This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 (scholarship to the first author).

#### References

- Arutunyan, E.S. (1974) New species of the genus *Podocinum* Berlese, 1882 (Mesostigmata: Podocinidae). *Doklady Akademii Nauk Armenii*, 58, 254–256. [in Russian]
- Athias-Henriot, C. (1959) Contribution aux genres *Podocinum* Berlese et *Pleuronectocelaeno* Vitzthum en Algérie et remarques sur les genres *Aceosejus* Sellnick et *Seiodes* Berlese (Mesostigmata). *Acarologia*, 1, 24–38.
- Berlese, A. (1882a) Note Acarologica. *Atti Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* (Series 5), 8, 619–647.
- Berlese, A. (1882b) Gamasidi nuovi e poco noti. *Bolletino della Società Entomologica Italiana*, 14, 338–352.
- Berlese, A. (1882c) *Acari, Myriopoda et Scorpiones hucusque in Italia reperta*, 1, pls. 1–10. [reprint by Junk, The Hague, 1979]
- Berlese, A. (1892a) *Acari, Myriopoda et Scorpiones hucusque in Italia reperta*, Ordo Mesostigmata (Gamasidae) 144 pp. [reprint by Junk, The Hague, 1979].
- Berlese, A. (1892b) *Acari, Myriopoda et Scorpiones hucusque in Italia reperta*, 70, 17 text pp., pls. 1–10. [reprint by Junk, The Hague, 1979]

- Berlese, A. (1895) Lettera al Chiarissimo Prof. Giovanni Canestrini intorno ad alcune nuove specie di Acari Italiani raccolte e descritte dal Dott. Gustavo Leonardi, con la diagnosi di due specie nuove raccolte dal Dott. Antonio Berlese. *Atti Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* (Series 2), 2, 314–320.
- Berlese, A. (1913a) Acari nuovi. Manipulus VII–VIII. *Redia*, 9, 77–111, pls. VII–VIII.
- Berlese, A. (1913b) *Acarotheca Italica*. Ricci, Firenze, 221 pp.
- Berlese, A. (1916) Centuria prima di Acari nuovi. *Redia*, 12, 19–67.
- Bernhard, F. (1963) Dike Überfamilie Laelaptoidea Bernhard nov. superfam. In: Stammer, H.-J. (Ed.), *Beiträge zur Systematik und Ökologie mitteleuropäischer Acarina*. Band II. Mesostigmata I. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig, pp. 17–31.
- Bhattacharyya, S.K. (1968) Studies on Indian mites (Acarina: Mesostigmata). 6. Six records and descriptions of nine new species. *Acarologia*, 10, 527–549.
- Bhattacharyya, S.K. (1994) On a collection of Podocinidae (Acarina: Mesostigmata). *Records of the Zoological Survey of India*, 94, 55–61.
- Blaszac, C. & Alberti, G. (1985) Podocinidae Berlese, 1913 - Eine neue Milbenfamilie (Acari, Mesostigmata) in der Bundesrepublik Deutschland. *Zoologischer Anzeiger*, 215, 168–176.
- Bregetova, N.G. (1977) Family Podocinidae Berlese, 1913 (sensu Evans, Hyatt, 1958). In Ghilyarov, M.S. & Bregetova, N.G. (Eds). *Key to the soil-inhabiting mites. Mesostigmata*. Nauka: Leningrad, pp. 254–256. [In Russian].
- Christian, A. & Karg, W. (2006) The predatory mite genus *Lasioseius* Berlese, 1916 (Acarina. Gamasina). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Gærlitz*, 77, 99–250.
- De Leon, D. (1964) Two new *Podocinum* from the United States with distribution notes on three described species (Acarina: Podocinidae). *Florida Entomologist*, 47, 39–44. <https://doi.org/10.2307/3493762>
- Evans, G.O. & Hyatt, K.H. (1958) The genera *Podocinum* Berl. and *Podocinella* gen. nov. (Acarina: Mesostigmata). *Annals and Magazine of Natural History*, 10, 913–932. <https://doi.org/10.1080/00222935708656095>

- Ewing, H.E. (1913) New Acarina. Part I. General considerations and descriptions of new species from Minnesota, Wisconsin, and Michigan. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 32, 93–121.
- Halliday, R.B. (1990) The occurrence in Australia of Podocinidae (Acarina: Mesostigmata), with description of two new species. *Journal of the Australian Entomological Society*, 29, 277–280. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1990.tb00363.x>
- Halliday, R.B., Walter, D.E. & Lindquist, E.E. (1998) Revision of the Australian Ascidae (Acarina: Mesostigmata). *Invertebrate Taxonomy*, 12, 1–54. <https://doi.org/10.1071/IT96029>
- Hennessey, M.K. & Farrier, M.H. (1988) Systematic revision of thirty species of free-living, soil inhabiting gamasine mites (Acari: Mesostigmata) of North America. *Technical Bulletin North Carolina Agricultural Research Station*, 285, 1–123.
- Ho, C.-C., Ma, L.-M. & Wang, S.-C. (2009) A new species and two new records of *Podocinum* (Berlese, 1882) from Taiwan (Podocinidae: Mesostigmata). *Formosan Entomologist*, 29, 83–94.
- Hurlbutt, H.W. (1971) Ascinae and Podocinidae (Acarina: Mesostigmata) from Tanzania. *Acarologia*, 13: 280–300.
- Ishikawa, K. (1970) Studies on the mesostigmatid mites in Japan III. Family Podocinidae Berlese. *Annotationes Zoologicae Japonenses*, 43, 112–122.
- Ishikawa, K. (1976) Taxonomic investigation on mesostigmatid mites (Acarina) from Pasoh Forest Reserve, Malay Peninsula. *Nature and Life in Southeast Asia*, 7, 231–252.
- Ishikawa, K. (1979) Studies on some mesostigmatid mites (Acarina) from the Japanese Archipelago. *Reports of Research Matsuyama Shinonome Junior College*, 10, 107–120.
- Ishikawa, K. & Saichuae, P. (1997) Two new gamasid mites (Acari, Gamasida, Podocinidae and Parholaspidae) from the tropical rain forests of Khao Yai Province in Thailand. *Journal of the Acarological Society of Japan*, 6, 65–71.
- Karg, W. (1982) Eine neue Raubmilbenart der Gattung *Neojordensia* Evans, 1957 (Acarina: Parasitiformes). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 29, 69–73. <https://doi.org/10.1002/mmnd.19820290112>

- Karg, W. (1986) Über die mit Nematoden und Einsiedlerkrebsen vergesellschaftete Raubmilbengattung *Andregamasus* Costa der Podocinidae Berlese (Cohors Gamasina Leach: Acarina, Parasitiformes). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*, 62, 41–51.  
<https://doi.org/10.1002/mmnz.19860620103>
- Karg, W. (1993) Acari (Acarina), Milben. Parasitiformes (Anactinochaeta). Cohors Gamasina Leach, Raubmilben. *Die Tierwelt Deutschlands*, 59, 1–523.
- Karg, W. & Schorlemmer, A. (2009) New insights into predatory mites (Acarina, Gamasina) from tropical rain forests with special reference to distribution and taxonomy. *Zoosystematics and Evolution*, 85, 57–91.  
<https://doi.org/10.1002/zoos.200800016>
- Karg, W. & Schorlemmer, A. (2013) Origin of five unique mite genera in geological periods compared to other groups of Gamasina (Acarina, Parasitiformes) and description of two new species of *Rykellus* Lee and *Oloopticus* Karg. *Zoosystematics and Evolution*, 89, 193–207.  
<http://dx.doi.org/10.1002/zoos.201300006>
- Krantz, G.W. (1962) Acari: free-living Mesostigmata. II. - The family Aceosejidae. *Parc National de La Garamba*, 34, 3–29.
- Liang, L.-R. (1993) Studies on the genus *Podocinum* Berlese in China (Acari: Podocinidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 18, 54–62. [in Chinese]
- Lindquist, E.E. (1994) Some observations on the chaetotaxy of the caudal body region of gamasine mites (Acari: Mesostigmata), with a modified notation for some ventrolateral body setae. *Acarologia*, 35, 323–326.
- Lindquist, E.E. & Evans, G.O. (1965) Taxonomic concepts in the Ascidae, with a modified setal nomenclature for the idiosoma of the Gamasina (Acarina: Mesostigmata). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 47, 1–64.  
<https://doi.org/10.4039/entm9747fv>
- Lindquist, E.E., Krantz, G.W. & Walter, D.E. (2009) Order Mesostigmata. In: Krantz, G.W. & Walter, D.E. (Ed.), *A Manual of Acarology*. 3rd Edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, pp. 124–232.

- Ma, L.-M. & Wang, S.-R. (1998) Three new species of gamasid mites from inner Mongolia and Sichuan, China (Acari: *Hypoaspis*, *Veigaia*, *Podocinum*). *Acta Arachnologica Sinica*, 7, 1–6. [in Chinese]
- Rueda-Ramírez, D., Santos, J.C., Sourassou, N.F., Demite, P.R., Puerta-González, A. & Moraes, G.J. (2019) Complementary description of *Africoseius lativentris* and placement of *Africoseius* in Podocinidae (Acari, Mesostigmata) based on molecular and morphological evidences. *Systematic & Applied Acarology*, 24, 2369–2394. <http://doi.org/10.11158/saa.24.12.7>
- Santos, J.C., Mineiro, J.L.C. & Moraes, G.J. (2019) Complementary description of *Podocinella misella* (Berlese, 1913) (Acari: Podocinidae) and a key to world species of the genus. *Acarologia*, 59, 181–187. <https://doi.org/10.24349/acarologia/20194321>
- Santos, J.C., Martins, J.P.I., Britto, E.P.J. & Moraes, G.J. (2017) A new species of *Podocinum* (Acari: Podocinidae) from Brazil, and supplementary descriptions of three species of this genus. *Zootaxa*, 4290, 444–458. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4290.3.2>
- Vitzthum, H.G. (1941). *Acarina*. Bronns' Klassen und Ordnungen des Tierreiches. 5, Sect. 4, Book 5:1-1011 + xi.
- Volonikhina, I.I. (1999) Mesostigmatic mites of the family Podocinidae Berlese (Acari, Gamasina) from Siberia and the Far East of Russia. *Acarina*, 7, 61–65.
- Wen, T.-H. (1965) A new species of *Podocinum* from the nest of a hamster (Gamasides: Podocinidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2, 353–356.
- Westerboer, I. (1963) Die familie Podocinidae Berlese 1916. In: Stammer, H.J. (Ed.), *Beiträge zur Systematik und ökologie mitteleuropäischer Acarina. Band II. Mesostigmata I*. Akademische Verlagsgessellschaft, Leipzig, pp. 179–450.
- Womersley, H. (1956a) On some new Acarina-Mesostigmata from Australia, New Zealand and New Guinea. *Journal of the Linnean Society (Zoology)*, 42, 505–599.
- Womersley, H. (1956b) Some additions to the Acarina-Mesostigmata of Australia. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 79, 104–120.
- Wong, C.L. (1967) A study of the biology of two species of Podocinidae (Acarina: Mesostigmata). *Kansas University Science Bulletin*, 47, 515–600.

- Yan, Y., Jin, D.-C., Guo, X.-G. & Guo, J.-J. (2011) A new species of *Podocinum* Berlese (Acari: Podocinidae) and a key to species of the genus from China. *Zootaxa*, 3001, 49–56.
- Yan, Y., Jin, D.-C., Wu, D., Guo, J.-J. & Guo, X.-G. (2012) A revised checklist and key to the genus *Podocinum* Berlese (Acari: Podocinidae) with description of a new species from Tibet, Southwest China. *Zootaxa*, 3194, 35–48.