26 - Colêmbolos e outros inquilinos de formigueiros de poneromorfos

Gabriela Castaño-Meneses
José G. Palacios-Vargas
Ana Flávia Ribeiro do Carmo

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

CASTAÑO-MENESES, G., PALACIOS-VARGAS, JG., and CARMO, AFR. Colêmbolos e outros inquilinos de formigueiros de poneromorfos. In: DELABIE, JHC., *et al.*, orgs. *As formigas poneromorfos do Brasil* [online]. Ilhéus, BA: Editus, 2015, pp. 389-401. ISBN 978-85-7455-441-9. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Colêmbolos e outros inquilinos de formigueiros de poneromorfos

Gabriela Castaño-Meneses, José G. Palacios-Vargas,
Ana Flávia Ribeiro do Carmo

Resumo

Existe uma grande variação e diversidade nos ninhos que as formigas poneromorfos constroem, desde aquelas que só utilizam cavidades em troncos, frutos caídos ou em folhas enroladas no solo, até as que podem ter câmaras escavadas no solo que vão de 20 a 60 cm de profundidade. Estes formigueiros constituem, como para outros grupos de Formicidae, ambientes particulares que podem também ser habitados por alguns organismos da fauna edáfica e que exibem graus distintos de associação com formigas. Apresentamos a seguir uma visão geral dos microartrópodes que vivem nos ninhos destas formigas, com ênfase em Collembola, com informações sobre sua morfologia, biologia e o tipo de interações que estabelecem. Além disso, apresentamos informações sobre os ninhos nos quais foram encontrados colêmbolos e outros grupos de organismos associados, análises da riqueza e dominância de espécies, assim como a presença de microartrópodes nos formigueiros de diferentes

espécies de poneromorfos, principalmente os ninhos de Ponerinae em cacauais. Neste ambiente, foram estudados os formigueiros de duas espécies de *Neoponera*: *N. villosa* (Fabricius) e *N. inversa* (Smith), além de *Mayaponera constricta* (Mayr) em que foi observada a presença de colêmbolos. Os colêmbolos encontrados nestes ninhos pertencem às famílias Cyphoderidae, Isotomidae, Entomobryidae, Brachystomellidae, Neanuridae, Sminthuridae e Neelidae, sendo que as duas primeiras apresentam maior abundância. *Cyphoderus similis*, *Folsomides parvulus* e *Proisotoma minima* foram espécies comuns aos ninhos das três espécies estudadas. Apresentamos informações originais sobre a distribuição dos colêmbolos presentes em formigueiros de poneromorfos, discutindo seu papel ecológico e suas interações. São citados pela primeira vez colêmbolos das famílias Sminthuridae e Neelidae em ninhos de formigas.

CASTAÑO-MENESES, Gabriela; PALACIOS-VARGAS, José G.; CARMO, Ana Flávia Ribeiro do.
Colêmbolos e outros inquilinos de formigueiros de poneromorfos. In: DELABIE, Jacques H. C. et al.
As formigas poneromorfos do Brasil. Ilhéus: Editus, 2015. p. 389-401.

Abstract

Collembola and other guests of poneromorph nests - There is a high diversity and variation in the nests of poneromorph ants, ranging from those that only use holes in branches, fallen fruits or rolled leaves on the forest floor, to those that can use or form cavities in the soil from 20 to 60 cm in deep. As with nests of other groups of Formicidae, these nests constitute particular environments that can be inhabited by certain edaphic fauna, which exhibit varying degrees of association with the ants. In the present work a revision of the microarthropods that inhabit nests of poneromorph ants is made, with special focus on springtails (Hexapoda: Collembola). General information about their morphology, biology and type of interaction that these microarthropods have with ants is given. Also, information is provided about ant nests where springtails and other associated groups are found, and an analysis on the species richness and dominant species is given; the

presence of microarthropods in nests of different poneromorph ant species is also presented. Detailed information on nests of *Neoponera* and *Mayaponera* in cocoa plantations is provided. In these plantations, nests of three ant species, *Neoponera villosa*, *N. inversa* and *Mayaponera constricta*, had several springtails inside. The springtails found in those nests belong to the families Cyphoderidae, Isotomidae, Entomobryidae, Brachystomellidae, Neanuridae, Sminthurididae and Neelidae, with the two first families having the highest abundance, and *Cyphoderus similis*, *Folsomides parvulus* and *Proisotoma minima* being the most abundant species and present in the nests of the three ant species studied. New data about distribution of springtails inhabiting nests of poneromorph ants are included in this chapter, discussing their ecological role and their interactions. Springtails of Sminthurididae and Neelidae families are recorded for first time in nest of ants.

Introdução

As formigas denominadas poneromorfas por Bolton (2003) constituem um grupo parafilético (KELLER, 2011) que inclui cerca de 1.700 espécies descritas em 55 gêneros de seis subfamílias (BOLTON et al., 2006). Todas elas são principalmente predadoras e têm uma ampla distribuição em nível mundial, ocupando uma grande diversidade de habitats, mais frequentemente em zonas tropicais e subtropicais. Essas formigas podem também ser encontradas, em menor proporção, em florestas temperadas, desertos e regiões semi-áridas (WILSON; HÖLLDOBLER, 2005).

Dada a grande variedade de habitats que podem ocupar, as poneromorfas apresentam uma ampla heterogeneidade em seus hábitos de nidificação, com espécies que só utilizam cavidades em troncos, frutos caídos, folhas enroladas no solo, até as que podem ter câmaras escavadas no solo que vão dos 20 a 60 cm de profundidade (ANTONIALI JR.; GIANNOTTI, 2001). Existem ainda casos de variações dentro de uma mesma espécie, como em *Odontomachus brunneus* (Patton), cujos ninhos podem variar de duas a 17 câmaras, com

profundidades de 18-184 cm (CERQUERA; TSCHINKEL, 2010). Da mesma forma, podem-se encontrar ninhos com apenas algumas dezenas de indivíduos, como em *Gnamptogenys*, ou com centenas ou milhares de indivíduos, como em algumas espécies de *Leptogenys* (KASPARI; VARGO, 1995).

Os ninhos de formigas são estruturas bastante estáveis, que geralmente permanecem por longos períodos de tempo, sendo reconhecidos como locais singulares capazes de propiciar abrigo para uma grande diversidade de organismos, principalmente de artrópodes, que apresentam diferentes graus de associação com as formigas e o meio. Esses organismos, de maneira geral, são conhecidos como mirmecófilos ou inquilinos (KRONAUER; PIERCE, 2011).

Alguns hospedeiros de formigueiros visitam os ninhos somente em busca de alimentos, e apresentam hábitos alimentares diferentes, desde predadores, detritívoros, comensais e até mesmo endo e ectoparasitas. Outros, no entanto, têm maior afinidade com as formigas e chegam, às vezes, a depender do ninho para completar parte do seu ciclo de vida.

Nos ninhos há acúmulo de matéria orgânica formada por detritos, alimentos armazenados

e produtos de excreção. Esses recursos podem ser aproveitados por diferentes grupos de organismos associados, que chegam a estabelecer relações muito estreitas para explorar tais recursos, convivendo com as formigas sem serem atacados ou desalojados do ninho. Em espécies que formam grandes colônias, como as formigas granívoras do gênero *Pogonomyrmex* e as cortadeiras de folhas, tais como *Atta* spp., tal acúmulo de matéria orgânica pode ser de enorme importância como aporte de nutrientes no solo (WAGNER et al., 1997; HUDSON et al., 2009), além de recursos disponibilizados para as comunidades de organismos edáficos. No entanto, em formigas com populações menores, tais como *Pachycondyla harpax* (Fabricius), os ninhos também são fontes importantes de nutrientes (HORVITZ; SCHEMSKE, 1986) e constituem um ambiente propício para muitos animais que vivem associados a tais ambientes, e que possuem ainda, às vezes, adaptações morfológicas e estratégias comportamentais que facilitam sua permanência nos ninhos (GEISELHARDT et al., 2007).

A grande diversidade de grupos que podem ser encontrados associados a este tipo de habitat indica o potencial de pesquisa que este tema possui, pois praticamente todos os grupos taxonômicos de artrópodes podem ser encontrados em formigueiros, inclusive alguns vertebrados, como répteis (VAZ-FERREIRA et al., 1970). Os ácaros e os coleópteros (principalmente Staphylinidae) são os grupos reconhecidos com a maior riqueza de espécies associadas a formigueiros (EICKWORT, 1990; LAPEVA-GJONOVA, 2013), enquanto outros habitantes frequentes, como é caso dos colêmbolos, têm recebido relativamente pouca atenção, embora seu papel como detritívoros possa ser importante para a manutenção das condições físicas e microclimáticas da colônia.

No caso das formigas poneromorfas, no entanto, pouco se sabe sobre a fauna associada a seus ninhos, em particular microartrópodes tais como colêmbolos, que contam apenas com alguns registros isolados.

Microartrópodes em ninhos de formigas

Diversos estudos têm mostrado que os ninhos de formigas são ambientes propícios à liberação de nutrientes, particularmente nos solos (BOULTON; AMBERMAN, 2006). Assim, a fauna edáfica é frequentemente encontrada associada a tais ninhos, uma vez que neles existe uma alta

densidade de bactérias e fungos (FRIESE; ALLEN, 1993) que servem de alimento a diferentes grupos de microartrópodes que, ao alimentarem-se deles, favorecem a mineralização de nutrientes e os processos de decomposição.

Embora vários grupos de microartrópodes tenham sido registrados em ninhos de formigas, talvez os que tenham recebido maior atenção foram os ácaros (EICKWORT, 1990) e *Zygentoma*. Esses últimos são comuns em formigueiros e mostram uma associação estreita com formigas legionárias (RETTENMEYER, 1963; MOLERO-BALTANÁS et al., 1998; BERGHOFF; FRANKS, 2007; MENDES et al., 2011). Há também várias espécies de *Zygentoma* que foram descritas associadas a poneromorfas, como *Malayatelura ponerophila* Mendes, von Beeren; Witte, com *Leptogenys distinguenda* (MENDES et al., 2011) e *Grassiella wheeleri* (Escherich), com *Pachycondyla harpax* (MENDES; SCHMID, 2010).

Outros grupos de microartrópodes, tais como Diplura, Protura e Symphyla, também foram registrados para algumas espécies de formigas (KISTNER, 1982; KRONAUER; PIERCE, 2011).

Colêmbolos em ninhos de formigas

Um dos primeiros estudos que chamou a atenção sobre a grande diversidade de organismos que habitam os formigueiros é o de Smith (1886), que reconheceu cinco grupos principais de mirmecófilos: 1) aqueles que são capturados pelas formigas e levados para os ninhos como parte da sua dieta; 2) espécies que são encontradas nos ninhos apenas num estágio larval; 3) organismos adultos para os quais não se sabe se os estágios juvenis se desenvolvem no ninho; 4) espécies que são frequentemente encontradas nos ninhos, mas também ocorrem em outros ambientes, e 5) parasitas verdadeiros das formigas, que se alimentam dos adultos ou de sua cria.

Existe uma grande diversidade de habitantes em ninhos de formigas, que foram reconhecidos desde o final do século XIX. Wasmann (1894) registrou 1.177 espécies de artrópodes inquilinos de ninhos de formigas num estudo pioneiro sobre mirmecófilos. Nesse trabalho, mais de 84% (993) dos organismos citados eram coleópteros, enquanto apenas oito espécies de colêmbolos foram registradas. Neste caso, essas foram consideradas pertencentes a uma família (Poduridae) de Thysanura e, por isso, a maioria dos nomes utilizados não é

mais válida. Uma das espécies mencionada pertence ao gênero *Cyphoderus* Nicolet e, desde então, esse é reconhecido como *panmirmecófilo* (que se associa com muitas espécies diferentes de formigas) (WASMANN, 1894; DONISTHROPE, 1915). Essa panmirmecofilia tem sido frequentemente relacionada à *Cyphoderus albinus* Nicolet. Finalmente, quando se procura ver a quais formigas estes organismos se encontram associados no estudo de Wasmann, todas eram das subfamílias Myrmicinae e Formicinae, não havendo nenhum registro para as poneromorfos.

Diversos estudos têm focalizado a ocorrência de colêmbolos associados a ninhos de formigas, embora, na maioria dos casos, a formiga hospede não é identificada ou, pelo contrário, se o nome da formiga hospede é fornecido, os Collembola são somente mencionados como grupo. Por exemplo, Conway (1990, 2003) menciona Collembola como novo registro de mirmecófilos para *Myrmecocystus mexicanus* Wesmael, mas não fornece nenhum detalhe, nem mesmo sobre a família a que pertencem os colêmbolos encontrados, de forma semelhante aos mencionados associados à *Myrmecocystus mendax* Wheeler. Na Tabela 26.I apresentamos os registros de espécies de colêmbolos associados a formigas na literatura.

Kistner (1982), em sua revisão sobre os hospedeiros em ninhos de formigas, menciona vários gêneros de colêmbolos, tais como *Onychiurus* Gervais, *Mesaphorura* Börner, *Xenylla* Tullberg, *Arlesia* Handschin, *Folsomides* Stach, *Isotomiella* Bagnall, *Lepidocyrtus* Bourlet, *Pseudosinella* Schäffer e *Ceratophysella* Börner. Esses vivem associados a detritos e galerias de formigas cortadeiras, mas o autor considera que estão mais associados à matéria orgânica e ao ambiente circundante do que às próprias formigas. Geralmente essas se mostram hostis aos colêmbolos, embora os mesmos não sejam capturados por sua capacidade de fuga.

Colêmbolos e poneromorfos

Apesar da diversidade e ampla variedade de locais de nidificação das poneromorfos, há pouca informação sobre a fauna associada a seus ninhos, com exceção de alguns registros isolados de ácaros, insetos e moluscos associados a *Neoponera* (MENDONÇA-LOPES et al., 2011, 2013; OLIVEIRA et al., 2011; SANTOS et al., 2012) e a presença de colêmbolos em ninhos de *Leptogenys distinguenda* (Emery) (WITTE et al., 1999).

Para se ter uma ideia da falta de conhecimento sobre os colêmbolos em formigueiros de poneromorfos, Maruyama et al. (2013) citam um total de 36 espécies de formigas como as hospedeiras de diferentes grupos de artrópodes no Japão; dessas, 22 correspondem a Formicinae, 11 a Myrmicinae e somente três a Ponerinae (gêneros *Diacamma* Mayr e *Pachycondyla* Smith). Nesse trabalho pode-se observar uma imagem de *Brachyponera chinensis* (Emery) próxima a um colêmbolo provavelmente do gênero *Cyphoderus*.

Registros de colêmbolos, como grupo, mas sem identificação das espécies ou até mesmo das famílias, também são feitos para ninhos de *Diacamma* sp. (KAUFMANN et al., 2003) e *Platythyrea conradti* Emery (YÉO et al., 2006).

No trabalho pioneiro de Delamare-Deboutteville (1948), 12 espécies (incluindo três morfoespécies) de colêmbolos associados a quase 17 espécies ou morfoespécies de formigas são mencionadas, das quais, cinco estão associadas à poneromorfos (Tabela 26.II): *Cyphoderus subsimilis* Delamare Deboutteville e *Heteromurtrella dubia* (Delamare Deboutteville) associadas a ninhos de *Paltothyreus tarsatus* (Fabricius) na Costa do Marfim; *Seroderus humilis* Delamare Deboutteville e *S. interpositus* (Denis), também registradas na Costa do Marfim em formigueiros de Ponerinae, e *Pseudosinella alba* (Packard), em ninhos de *Hypoponera eduardi* (Forel), na França.

No entanto, dada a grande variedade de locais de nidificação e os recursos que podem ser encontrados nos ninhos de poneromorfos, a escassez de informações se deve ao pouco esforço de amostragem que tem se desenvolvido a esse respeito, e não à ausência de colêmbolos dentro dos formigueiros.

Recentemente, foram investigados ninhos de poneromorfos dos gêneros *Neoponera* e *Mayaponera* em frutos de cacau (CASTAÑO-MENESES et al., 2014). Foi observado que os colêmbolos formam parte integrante da comunidade associada a esses formigueiros, registrando inclusive famílias que não haviam sido observadas anteriormente em ninhos de quaisquer outras formigas.

Colêmbolos em ninhos de poneromorfos em frutos de cacau

As formigas dos gêneros *Neoponera* e *Mayaponera* são predadoras muito ativas, com uma vasta gama de hábitos de nidificação, desde as que têm ninhos no solo, até as de hábitos de nidificação arborícola (MACKAY; MACKAY, 2010;

Tabela 26.I- Espécies de colêmbolos associados a formigueiros segundo a literatura

Collembola	Formiga	Local	Referências
Neanuridae <i>Pseudachorutes subcrassoides</i> Mills	-	México	Palacios-Vargas (1997)
Hypogastruridae <i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet)	<i>Monomorium antarcticum</i> (Smith)	Nova Zelândia	Wasmann (1894)
<i>Hypogastrura assimilis</i> (Krausbauer)	-	Hungria	Traser (1999)
<i>Xenylla corticalis</i> Börner	-	Hungria	Traser (1999)
Onychiuridae <i>Kalaphorura tuberculata</i> (Moniez)	<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	França	Wasmann (1894)
Tomoceridae <i>Lepidophorella brachycephala</i> (Moniez)	<i>Monomorium antarcticum</i> (Smith)	Nova Zelândia	Wasmann (1894)
Isotomidae <i>Isotomurus palustris</i> (Müller)	-	México	Palacios-Vargas (1997)
<i>Folsomides parvulus</i> Stach	-	Hungria	Traser (1999)
<i>F. centralis</i> (Denis)	-	México	Palacios-Vargas (1997)
Entomobryidae <i>Coecobrya caeca</i> (Schött)	<i>Messor aciculatus</i> (Smith)	Coréia	Park and Lee (2000)
<i>Entomobrya disjuncta</i> (Moniez)	<i>Formica exsecta</i> Nylander	Alemanha	Wasmann (1894)
<i>E. incerta</i> (Moniez)	<i>Monomorium antarcticum</i> (Smith)	Nova Zelândia	Wasmann (1894)
<i>Entomobryoides purpurascens</i> (Packard)	-	Finlândia	Wasmann (1894)
	-	Hungria	Dányi; Traser (2007), Traser (1999)
<i>E. dissimilis</i> (Moniez)	<i>Aphaenogaster fulva</i> Roger	EUA	Wasmann (1894)
	<i>Crematogaster lineolata</i> (Say)	EUA	Wasmann (1894)
<i>Mastigoceras camponoti</i> Handschin	-	Minas Gerais, Brasil	Abrantes et al. (2010)
	-	Rio de Janeiro, Brasil	
<i>Orchesella melanocephala</i> (Nicolet)	<i>Monomorium antarcticum</i> (Smith)	Nova Zelândia	Wasmann (1894)
<i>O. spectabilis</i> Tullberg	<i>Formica exsecta</i> Nylander	Suíça	Moniez (1894)
	<i>F. exsecta</i>	Suíça	Moniez (1984)
<i>Pseudosinella violenta</i> (Folsom)	<i>Atta texana</i> (Buckley)	EUA	Waller; Moser (1990)
<i>Seira edmanni</i> (Stach)	<i>Atta sexdens</i> (L.)	Brasil	Eidmann (1937)
<i>Sinella straminea</i> (Folsom)	<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	Coréia	Park and Lee (2000)
Cyphoderidae <i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet	Panmirmecófilo	Europa	Wasmann (1894), Dányi; Traser (2007)
	-	Hungria	
	<i>Lasius neglectus</i> Wan Loon, Boomsma; Andrasfalvy	Bélgica	Dekoninck et al. (2007)
	<i>Tetramorium caespitum</i> (L.)	Grã-Bretanha	Donisthorpe (1913)
	<i>Tapinoma erraticum</i> (Latreille)		
	<i>Lasius niger</i> (L.), <i>L. flavus</i> (Fabricius), <i>L. mixtus</i> (Nylander), <i>Formica exsecta</i>		
	Nylander, <i>F. rufa</i> L., <i>F. fusca</i> L.		
	<i>Lasius niger</i> (L.), <i>L. flavus</i> (Fabricius)	França	Delamare- Deboutteville (1948)
<i>C. assimilis</i> Börner	-	Honolulu, Hawaii	Bellinger; Christiansen (1974)
<i>C. inaequalis</i> Folsom	<i>Acromyrmex octospinosus</i> (Reich)	-	Weber (1958)
<i>C. innominatus</i> Mills	-	México	Palacios-Vargas (1997)
<i>C. similis</i> Folsom	-	América do Norte, México	Wasmann (1894), Christiansen; Bellinger (1981) Palacios-Vargas (1997)
<i>Cyphoderodes xenopus</i> (Börner)	-	Rio Grande do Sul, Brasil	Abrantes et al. (2010)
<i>Cyphoda nichollsi</i> (Womersley)	<i>Myrmecia desertorum</i> Wheeler	New South Wales, Austrália	Gray (1971)
	<i>Myrmecia dispar</i> (Clark)		
<i>Seroderus hozawai</i> (Kinoshita, 1917)	<i>Camponotus quadrinotatus</i> Forel	Japão	Maruyama et al. (2013)
Arrhopalitidae <i>Arrhopalites caecus</i> (Tullberg)	<i>Myrmica ruginodis</i> Nylander	Grã-Bretanha	Donisthorpe (1915)
	<i>Formica</i> sp.	EUA	Folsom (1896)

TABELA 26.II - Colêmbolos observados em formigueiros segundo Delamare-Deboutteville (1948)

Colêmbolo comensal	Formiga hospedeira	Local
Cyphoderidae		
<i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet	<i>Lasius niger</i> (L.)	França
<i>C. subsimilis</i> Delamare-Deboutteville	<i>Lasius flavus</i> (Fabricius)	Costa do Marfim
	<i>Paltothyreus tarsatus</i> (Fabricius),	
<i>Cyphoderus</i> sp.	<i>Camponotus maculatus</i> (Fabricius)	Costa do Marfim
<i>Cyphoda maroccana</i> Delamare-Deboutteville	<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius) <i>Aphaenogaster gemella</i> (Roger) <i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille) <i>Camponotus alii</i> Forel <i>Cataglyphis mauritanicus</i> (Emery) <i>Crematogaster</i> sp.	Marrocos
<i>Megacyphoderus gallicus</i> Delamare-Deboutteville	<i>Camponotus</i> sp.	França
<i>M. orientalis</i> (Folsom)	-	Argélia
<i>Serroderus humilis</i> Delamare-Deboutteville	<i>Crematogaster</i> sp., Ponerinae	Costa do Marfim
<i>S. interpositus</i> (Denis)	Ponerinae	Costa do Marfim
Entomobryidae		
<i>Entomobrya</i> sp.	<i>Crematogaster</i> sp.	Costa do Marfim
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	<i>Oecophylla</i> sp., <i>Dorylus nigricans</i> Illiger	Costa do Marfim
<i>Heteromurtrella dubia</i> (Delamare-Deboutteville)	<i>Paltothyreus tarsatus</i> (Fabricius)	Costa do Marfim
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard)	<i>Hypoponera eduardi</i> (Forel)	França

FERNANDES et al., 2013). Suas espécies aproveitam, também, das cavidades naturais para fazer seus ninhos, tais como galhos secos, troncos e raízes de árvores, pedaços de bambu, frutos secos, bromeliáceas, entre outros (LUEDERWALDT, 1926).

Os frutos de cacau também são um meio frequentemente utilizado por formigas poneromorfas para estabelecer suas colônias (Figura 26.1), oferecendo proteção e microclima que favorecem o desenvolvimento delas (HEINZE et al., 2001). Outros organismos aproveitam também das condições oferecidas pelo próprio formigueiro para se alimentar e reproduzir, ou ainda, como refúgio.

O exame de frutos secos de cacau nesta área resultou na coleta de duas espécies de *Neoponera*: *N. villosa* (Fabricius), *N. inversa* (Smith), além de *Mayaponera constricta* (Mayr), que os utilizam para estabelecer seus ninhos. No mesmo estudo, descobriram-se novos dados sobre a fauna de colêmbolos associados a estas espécies de formigas (CASTAÑO-MENESES et al., 2014).

A maior abundância de colêmbolos foi registrada nos ninhos de *N. inversa*, representando 54% do total encontrado, com uma densidade

FIGURA 26.1 - Ninho de *Neoponera villosa* em fruto seco de cacau, CEPLAC, Ilhéus, Bahia

de 76 colêmbolos/ninho, seguida por *N. villosa*, com 34 colêmbolos/ninho (24%) e finalmente *M. constricta*, com 31 colêmbolos/ninho (22%).

Os colêmbolos encontrados nestes ninhos pertencem às famílias Cyphoderidae, Isotomidae, Entomobryidae, Brachystomelidae, Neanuridae, Sminthuridae e Neelidae, sendo as duas primeiras as que apresentam maior abundância (Figura 26.2). Os colêmbolos mais frequentes e comuns às três espécies de formigas foram *Cyphoderus similis* Folsom, *Folsomides parvulus* Stach e *Proisotoma minima* (Absolon). Embora todas as espécies de formigas apresentem o mesmo padrão de dominância das famílias de Collembola em seus ninhos, foram encontradas importantes diferenças na sua composição (Tabela 26.III). Em formigueiros de *N. inversa* foi registrada maior abundância de Collembola, com representantes de todas as famílias citadas acima. De acordo com a literatura, é a primeira vez que representantes das famílias Sminthuridae e Neelidae são registrados em formigueiro, enquanto há apenas um único registro da família Neanuridae para o México (*Pseudachorutes subcrassoides* Mills), porém não se menciona a espécie de formiga a qual está associado (Tabela 26.I). Em *N. villosa*, um menor número de famílias (5) ocorreu, sem nenhum representante de Sminthuridae nem de Neelidae, enquanto que, em *M. constricta*, a família Isotomidae apresentou uma dominância muito maior, em comparação com as demais formigas (Tabela 26.IV). Neste caso, os colêmbolos dominantes parecem melhores competidores e não permitem que outros se estabeleçam nesses formigueiros, além de ter maior capacidade de colonizar ambientes distintos (AUCLERC et al., 2009).

Embora as espécies encontradas também tenham sido registradas em outros ambientes, como solo, serapilheira, epífitas, etc., sua presença nos ninhos destas formigas não pode ser considerada fortuita, dada sua abundância e prevalência,

TABELA 26.III - Espécies de Collembola em formigueiros de três espécies de Ponerinae em frutos de cacau no sul da Bahia, Brasil.

Collembola	Formiga
Cyphoderidae <i>Cyphoderus similis</i> Folsom	<i>Mayaponera constricta</i> <i>Neoponera inversa</i> <i>N. villosa</i>
Isotomidae <i>Folsomides parvulus</i> Stach	<i>M. constricta</i> <i>N. inversa</i> <i>N. villosa</i>
<i>Proisotoma minima</i> (Absolon)	<i>M. constricta</i> <i>N. inversa</i> <i>N. villosa</i>
Entomobryidae <i>Pseudosinella</i> sp.	<i>N. inversa</i>
Brachystomellidae <i>Brachystomella</i> sp.	<i>M. constricta</i> <i>N. inversa</i> <i>N. villosa</i>
Sminthuridae <i>Sphaeridia serrata</i> (Folsom; Mills)	<i>M. constricta</i> <i>N. inversa</i>
Neanuridae <i>Arlesia albipes</i> (Folsom)	<i>N. inversa</i> <i>N. villosa</i>
Neelidae <i>Megalothorax</i> sp.	<i>M. constricta</i> <i>N. inversa</i>

como no caso de *Cyphoderus similis*, que mostra afinidade por este ambiente. Além disso, vários dos ninhos examinados foram coletados enquanto suspensos na planta, e não no solo; por isso é possível que a ocorrência de colêmbolos seja o reflexo da estabilidade que este ambiente oferece, uma vez que esse tem recursos e condições adequados para manter uma comunidade bastante diversa de detritívoros. Isso incluiu não somente colêmbolos, mas também outros grupos de organismos, tais como ácaros, sínfilos, proturos e dipluros. Embora com poucos exemplares, os três últimos grupos foram registrados também nos formigueiros estudados.

TABELA 26.IV - Composição e abundância (numero de organismos) de famílias de colêmbolos em formigueiros de três espécies de Ponerinae em frutos de cacau no sul da Bahia, Brasil

Família Collembola	<i>Mayaponera constricta</i>	<i>Neoponera inversa</i>	<i>Neoponera villosa</i>
Cyphoderidae	41	327	73
Entomobryidae	10	51	13
Isotomidae	195	489	151
Brachystomellidae	5	1	4
Neanuridae	-	3	2
Sminthuridae	2	39	-
Neelidae	1	3	-

FIGURA 26.2 - Abundância relativa de famílias de colêmbolos em ninhos de poneromorfos em frutos de cacau no sul da Bahia, Brasil

A atividade dos colêmbolos pode contribuir com a homeostasia do ninho, através do controle das populações de bactérias e fungos susceptíveis de ali proliferar, além de manter a umidade necessária, pois foram observados indivíduos de *S. serrata* recuperando com as pernas e consumindo as gotinhas de água que se condensam nas cerdas do seu corpo.

A seguir, são apresentadas as características gerais, assim como a distribuição conhecida no Brasil, das espécies comensais facultativos dos formigueiros de poneromorfos que identificamos em frutos de cacau.

Arlesia albipes (Folsom, 1927)

Características (FOLSOM, 1927): Colêmbolos com aproximadamente 1.5 mm de tamanho. Dorsal e lateralmente de cor azul escuro, ventralmente branco misturado com azul pálido. Cabeça de coloração azul com cone bucal alargado e peças bucais estiletoformes. Primeiros dois artículos antenais azuis, o terceiro branco, com manchas azuis na base, e o quarto branco. Pernas brancas, com ligeira pigmentação na coxa, trocânter e fêmur. Manúbrio branco misturado com azul, dentes brancos com ligeira pigmentação, mucro branco. Ocelos 5 + 5. Antena da metade do comprimento da cabeça; artículos com proporção 3:4:3:8; quarto artículo antenal alargado e cônico; dorsalmente sem sutura entre o terceiro e quarto artículos. Unguis com um dente interno na base. Unguiculus ausente. Sem *tenent hairs*. Dentes mais largos que o manúbrio, com seis setas dorsais, delgados, arredondados apicalmente. Mucrons três oitavos maiores que os dentes; lamelas interna e externa iguais; lóbulo apical curto e arredondado.

Distribuição geográfica:

Tem distribuição Neotropical. No Brasil, essa espécie já foi registrada nos estados do Pará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Paraíba e Espírito Santo, no solo, serrapilheira e dunas de areia (ABRANTES et al., 2010). Não se conhecia em ninhos de formigas.

Cyphoderus similis Folsom, 1927 (Figura 26.3).

Características (FOLSOM, 1927):

Colêmbolos de cor branca, sem olhos, de aproximadamente 1 mm de largura. Antenas um ou dois quintos mais longos que a cabeça; artículos antenais com proporção relativa de 2:6:3:6. Segmentos abdominais I e II iguais; abdômen III, 0.5 vezes mais longo que o abdômen II; abdômen IV, em média, duas vezes maior que o abdômen III. Unguis robustos, com um par de grandes dentes laterais; lóbulo anteroproximal reto, terminando em um dente; lóbulo posterior proximal largo, lanceolado ou ovalado, estendendo-se dois terços do unguis; acima dos lóbulos proximais dos dentes distais, o mais distal pode não estar presente. Unguiculus estendendo-se dois terços acima do ungui, com um longo lóbulo exterior acuminado. Dens três ou quatro vezes mais largos que o manúbrio e mais de duas vezes mais largo que o mucro. Mucro bidentado, com lamela estendida até o dente anteroapical, escamas ventroapicais do *dens* que se estendem acima do dente anteroapical.

Distribuição geográfica:

Tem uma ampla distribuição na América, no Brasil tem sido citado como *C. cf. similis* em cultivos de mamão no Espírito Santo (ABRANTES et al., 2010). É o primeiro registro da espécie em ninhos de formigas no Brasil.

Folsomides parvulus Stach, 1922.

Características (STACH, 1922): Corpo alargado e tubular, maior que 0.9 mm. Segmentos abdominais 5-6 fundidos. Órgão pós-antenal (OPA) fino. Olhos 2 + 2. De cor branca, com manchas escuras apenas sob os olhos. Macrosetas bem desenvolvidas, também nos segmentos abdominais anteriores. Menos de dois pares de sensilas no abdômen V. A sensila superior do abdômen IV próximo a macroseta. Retináculo com 3 + 3 dentes, sem setas. Fúrcula com dentes longos e delgados, com apenas três setas dorsais, sem setas ventrais. Mucro sem dentes.

Distribuição geográfica:

Esta espécie tem uma distribuição cosmopolita. No Brasil foi registrada no Rio de Janeiro

FIGURA 26.3 - *Cyphoderus similis* em ninhos de *Neoponera inversa* em frutos de cacau, Ilhéus, Bahia.

(em distintos locais), Pará (MENDONÇA, 1984) e Espírito Santo (CULIK et al., 2006), em diferentes ambientes, como solo, serapilheira, húmus, troncos em decomposição, pastos, cultivos, areia de praia e manguezais, e em dunas (ABRANTES et al., 2010), mas não em formigueiros. A espécie tem sido registrada em ninhos de formigas na Hungria, porém sem mencionar qual era a hospedeira (TRASER, 1999).

Proisotoma minima (Absolon, 1901)

Características (ABSOLON, 1901): Tamanho aproximado de 0.8 mm. Cor azul acinzentado pálido, algumas vezes sem pigmento. Olhos 5 + 5 de tamanho variável. OPA oval, cerca de duas vezes mais largo que o olho mais próximo. Articulo antenal I com 15 setas, uma seta dorsal p. Sensila lateroapical no articulo antenal II ligeiramente robusta. Articulo antenal III sem sensila acessória, machos com três sensilas ventrais eretas. Articulo antenal IV com muitas sensilas dorsais moderadamente

robustas. Órgão subapical com pequenas sensilas clavadas. Setas do corpo curtas. Tórax e abdômen II sem setas ventrais. Retináculo 3 + 3 dentes e uma seta. Fúrcula curta. *Dens* com 5 (4) setas dorsais e 6 ventrais. Mucro com três dentes de forma variada. Tibiotarso com sete setas no vértice apical, A_1 e A_7 algumas vezes alargadas e clavadas. Unguis sem dentes.

Distribuição geográfica:

Esta espécie tem uma distribuição em geral Paleártica, não havia sido registrada anteriormente para Brasil (ABRANTES et al., 2010).

Sphaeridia serrata (Folsom; Mills, 1938)

(Figura 26.4).

Características (FOLSOM; MILLS, 1938):

Medem cerca de 0.32 mm. De coloração parda ou marrom avermelhado, mais brilhante nas suturas, com pontos mais brilhantes nas laterais, protórax mais claro. Antenas pardas, marrom avermelhadas apicalmente, e claras na base. Seis olhos visíveis em cada lado. Órgão do articulo antenal III normal. Antena ligeiramente mais longa que a cabeça; proporção de articulos antenais 5:8:9:26; articulo antenal IV simples, com várias setas olfatórias subapicais. Tubo ventral com vesículas simples. Corpo do tenáculo mais curto que os ramos, com duas setas anteriores; ramos tridentados com estruturas basais clavadas. *Dens* menos de duas vezes o tamanho do mucro, que é delgado, sem lamela,

Figura 26.4 - *Sphaeridia serrata* no ninho de *Neoponera inversa* no fruto de cacau, CEPLAC, Ilhéus, Bahia.

a face interior serrada, e a face exterior com um entalhe no meio. Sem cerdas no mucro. Segmentação dorsal do corpo geralmente visível. Dorso com setas delgadas e longas numa fileira simples na parte anterior e mais abundantes e espessas na parte posterior. Três pares de tricobótrias no corpo, aparentemente dois, sobre o segundo segmento abdominal e um no terceiro, segmento anogenital com dois pares de setas. Tibiotarso com duas setas na face interior.

Distribuição geográfica:

Tem distribuição Neártica e Neotropical, não tinha sido previamente registrada no Brasil, por isso é o primeiro registro para o país, além de ter sido a primeira vez que essa espécie foi registrada num formigueiro (CASTAÑO-MENESES et al., 2014).

Conclusões

A fauna de colêmbolos associados a formigas poneromorfas tem recebido pouca atenção, no entanto, de acordo com nossas observações, são inquilinos frequentes, cujas populações podem alcançar densidades consideráveis, dependendo do tipo de ninho e a formiga hospede. A cuidadosa observação da fauna de colêmbolos associada a ninhos de poneromorfas pode fornecer informações importantes sobre a própria saúde do formigueiro assim como sobre o meio onde está estabelecido. Embora não se tenha ainda registrado associações específicas entre formigas e colêmbolos, aparentemente pode existir preferência de colêmbolos por algum grupo de formigas, uma vez que alguns deles somente são encontrados nos formigueiros de determinados hospedeiros, apesar de também poder ser encontrados em outros ambientes. Para os gêneros *Neoponera* e *Mayaponera*, este, juntamente com estudos recentes (CASTAÑO-MENESES et al., 2014), constituem os primeiros registros de colêmbolos associados a seus formigueiros, uma vez que inexistem registros desse tipo de associação com estas formigas (HÖLDOBLER; WILSON, 1990).

Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Jacques H.C. Delabie (Laboratório de Mirmecologia, CEPLAC/CEPEC/UESC, Ilhéus, BA, Brasil) e a Dr.^a Cléa S.F. Mariano (Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, Brasil) por revisar o material proveniente dos ninhos de formigas. Os ninhos foram coletados

por Roberta de Jesus Santos, por meio do projeto PRONEX PNX11/2009. Agradecemos o Programa de Prêmios para Superação do Pessoal Acadêmico, DGAPA, UNAM, que proporcionou o apoio para a licença sabática de GCM, para a revisão do material.

Referências

- ABRANTES, E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N.; FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C.; OLIVEIRA, E. P.; QUEIROZ, G. C.; SAUTTER, K. D.; SILVEIRA T. C.; ZEPPELINI, D. Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list. **Zootaxa**, n. 2388, p. 1-22, 2010.
- ABSOLON, K. Über einige Theils neue Collembolen aus den Höhlen Frankreichs und des südlichen Karstes. **Zoologischen Anzeiger**, v. XXIV, n. 636, p.82-90, 1901.
- ANTONIALI JR., W. F.; GIANNOTTI, E. Nest architecture and population dynamics of the ponerine ant *Ectatomma edentatum* (Hymenoptera, Formicidae). **Sociobiology**, v.38, n. 3A, p. 475-486, 2001.
- AUCLERC, A.; PONGE J-F; BAROT, S.; DUBS, F. Experimental assessment of habitat preference and dispersal ability of soil springtails. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, n.8, p. 1596-1604.
- BELLINGER, P. F.; CHRISTIANSEN, K. A. The cavernicolous fauna of Hawaiian lava tubes. 5. Collembola. **Pacific Insects**, v. 16, n. 1, p. 31-40, 1974.
- BERGHOFF, S. M.; FRANKS, N. R. First record of the army ant *Cheliomyrmex morosus* in Panama and its high associated diversity. **Biotropica**, v. 39, n. 6, p. 771-773, 2007.
- BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Museum Entomological Institute**, v.71, p. 1-370, 2003.
- BOLTON, B.; ALPERT, G.; WARD, P. S.; NASKRECKI, P. **Bolton's Catalogue of Ants of the World 1758-2005**. Cambridge: Harvard University Press. CD-ROM.
- BOULTON, A. M.; AMBERMAN, K. How ant nests increase soil biota richness and abundance: a field experiment. In: HAWKSWORTH, D. L.; BULL, A. T. (Eds.) **Arthropod Diversity and Conservation, vol. 1**. Netherlands: Springer, 2006, p. 55-68.
- CASTAÑO-MENESES, G.; PALACIOS-VARGAS, J. G.; DELABIE, J. H. C., SANTOS, R. D. J., MARIANO, C. S. F. Springtails (Collembola) from nests of Ponerinae (Formicidae: Ponerinae) ants in Brazilian cacao plantations. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p.1862-1864, 2014.

- CERQUERA, L. M.; TSCHINKEL, W. R. The nest architecture of the ant *Odontomachus brunneus*. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 64, p. 1-12, 2010. Disponível em: <<http://insectscience.org/10.64>>.
- CONWAY, J. R. Notes on repletes, myrmecophiles, and predators of honey ant nests (*Myrmecocystus mexicanus*) (Hymenoptera: Formicidae) in Arizona. **Journal of New York Entomological Society**, v. 98, n. 1, p. 103-107, 1990.
- CONWAY, J. R. Architecture, population size, myrmecophiles, and mites in an excavated nest of the honey pot ant *Myrmecocystus mendax* Wheeler, in Arizona. **The Southwestern Naturalist**, v. 48, n. 3, p. 449-450, 2003.
- CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. Collembola (Arthropoda: Hexapoda) communities in the soil of papaya orchards managed with conventional and integrated production in Espírito Santo, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 3. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/en/abstract?short-communication+bn02006032006>>, 2006.
- DÁNYI, L.; TRASER, G. An annotated checklist of the springtails fauna of Hungary (Hexapoda: Collembola). **Opuscula Zoologica Budapest**, v. 38, p. 3-82, 2007.
- DEKONINCK, W.; LOCK, K.; JANSSENS, F. Acceptance of two native myrmecophilous species, *Platiarthrus hoffmannseggii* (Isopoda: Oniscidea) and *Cyphoderus albinus* (Collembola: Cyphoderidae) by the introduced invasive garden ant *Lasius neglectus* (Hymenoptera: Formicidae) in Belgium. **European Journal of Entomology**, v. 104, n. 1, p. 159-161, 2007.
- DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, C. I. Recherches sur les Collemboles termitophiles et myrmécophiles (Ecologie, Ethologie, Systématique). **Archives de Zoologie Expérimentale et Générale**, v. 85, n.5, p. 261-425, 1948.
- DONISTHORPE, H. S. J. K. Myrmecophilous notes for 1913. **The Entomologist's Record**, v. XXVI, n. 2, p. 37-45, 1913.
- DONISTHORPE, H. S. J. K. **British Ants, their Life-History and Classification**. William Brendon and Son, Plymouth, 1915. 373 p.
- EICKWORT, G. C. Associations of mites with social insects. **Annual Review of Entomology**, v. 3, p.469-488, 1990.
- EIDMANN, H. Gäste und Gasterverhältnisse der Blattschneidersameise *Atta sexdens* L. **Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere**, v. 32, n. 3, p. 391-462, 1937.
- ESCHERICH, K. Das system der Lepistatiden. **Zoologica**, v. 43, n. 18, p. 1-164, 1905
- FERNANDES, I. O.; DE OLIVEIRA, M. L.; DELABIE, J. H. C. Notes on the biology of Brazilian ant populations of the *Pachycondyla foetida* species complex (Formicidae: Ponerinae). **Sociobiology**, v. 60, n. 4, p. 380-386, 2013.
- FOLSOM, J. W. New Smynthuri, including myrmecophilous and aquatic species. **Psyche**, v. 7, n. 247, p. 446-450, 1896.
- FOLSOM, J. W. Insects of the subclass Apterygota from Central America and the West Indies. **Proceedings of the United State National Museum**, v. 72, n. 6, p. 1-16 + 8 pl., 1927.
- FOLSOM, J. W.; MILLS, H. B. Contribution to the knowledge of the genus *Sminthurides* Börner. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Harvard**, v. 82, p. 231-274, 1938.
- FRIESE, C. F.; ALLEN, M. F. The interaction of harvester ants and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in a patchy semi-arid environment: the effects of mound structure on fungal dispersion and establishment. **Functional Ecology**, v. 7, p. 13-20, 1993.
- GEISELHARDT, S. F.; PESCHKE, K.; NAGEL, P. A review of myrmecophily in ant nest beetles (Coleoptera: Carabidae: Paussinae): linking early observations with recent findings. **Naturwissenschaften**, v. 94, n. 11, p. 871-894, 2007.
- GRAY, G. Notes on the field behavior of two ant species *Myrmecia desertorum* Wheeler and *Myrmecia dispar* (Clark) (Hymenoptera: Formicidae). **Insectes Sociaux**, v. XVIII, n. 2, p. 81-94, 1971.
- HEINZE, J.; TRUNZER, B.; HÖLLDOBLER, B.; DELABIE, J. H. C. Reproductive skew and queen relatedness in an ant whitt primary polygyny. **Insectes Sociaux**, v. 48, p. 149-153, 2001.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990, p.732.
- HORVITZ, C. C.; SCHEMSKE D. W. Ant-nest soil and seedling growth in a neotropical ant-dispersed herb. **Oecologia**, v. 70, p. 318-320, 1986.
- HUDSON, T. M.; TURNER, B. L.; HERZ, H.; ROBINSON, J. R. Temporal patterns of nutrient availability around nests of leaf cutting ants (*Atta colombica*) in secondary moist tropical forest. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 41, n. 6, p. 1088-1093, 2009.

- KASPARI, M., VARGO, E. L. Colony size as a buffer against seasonality: Bergmann's rule in social insects. **The American Naturalist**, v. 145, n. 4, p. 610-632, 1995.
- KAUFMANN, E.; MALSCH, A. K. F.; ERLE, M.; MASCHWITZ, U. Compound nesting of *Strumigenys* sp. (Myrmicinae) and *Diacamma* sp. (Ponerinae), and other nesting symbioses of myrmicine and ponerine ants in Southeast Asia. **Insectes Sociaux**, v. 50, n. 1, p. 88-97, 2003.
- KELLER, R.A. A phylogenetic analysis of ant morphology (Hymenoptera: Formicidae) with special reference to the Poneromorph Subfamilies. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. n. 355, p. 1-90, 2011.
- KISTNER, D. H. The social insects' bestiary. In: HERMANN, H. R. (Ed.). **The Social Insects**, vol. 3. Nova York: Academic Press, 1982. p. 1-244.
- KRONAUER, D. J. C.; PIERCE, N. E. Myrmecophiles, **Current Biology**, v. 21, n. 6, p. R208-R209, 2011.
- LAPEVA-GJONOVA, A. Ant-associated beetle fauna in Bulgaria: A review and new data. **Psyche**, v. 2013, article ID 242037, p.14, 2013. Doi:10.1155/2013/242037.
- LUEDERWALDT, H. Observações biológicas sobre formigas brasileiras especialmente do estado de São Paulo. **Revista do Museu Paulista**, v. 14, p. 185-304, 1926.
- MACKAY, W.; MACKAY, E. **The Systematic and Biology of the New World Ants of the Genus *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae)**. Nova York: Edwin Mellen Press, 2010. p. 664.
- MARUYAMA, M.; KOMATSU, T.; KUDO, S.; SHIMADA, T.; KINOMURA, K. **The Guests of Japanese Ants**. Kanagawa: Tokai University Press, 2013. 208 p.
- MENDES, L. F.; SCHMID, V. S. Description of *Allograssiella floridana* gen. nov., spec. nov., from the southern United States living with *Pseudomyrmex* ants. **Spixiana**, v. 33, n. 1, p. 49-54, 2010.
- MENDES, L. F.; VON BEEREN, C.; WITTE, V. *Malayatelura ponerophila* – a new genus and species of silverfish (Zygentoma, Insecta), from Malaysia, living in *Leptogenys* army-ant colonies (Formicidae). **Deutsche Entomogisch Zeitschrift**, v. 58, n. 2, p. 193-2000, 2011.
- MENDONÇA, C. Contribuição ao estudo do gênero *Fosomides* Stach 1922 no Brasil (Collembola. Isotomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 28, n. 1, p. 121-128, 1984.
- MENDONÇA-LOPES, J.; SANTOS, R.; MARIANO, C. S. F.; SIMONE, L. R. L., DELABIE, J. H. C. Gastrópodes (Mollusca: Pulmonata) associados a *Pachycondyla* spp. do grupo *Apicalis* (Hymenoptera: Formicidae) em cacauais e remanescentes de Mata Atlântica no no sudeste da Bahia, Brasil. In: XX SIMPOSIO DE MIRMECOLOGIA, I ENCUENTRO DE MIRMECOLOGISTAS DE LAS AMERICAS, 2011, Petropolis, Rio de Janeiro. **Resumos**, p. 217.
- MENDONÇA-LOPES, J.; SILVA, V.; VELOSO, D.; SANTOS, R.; MARIANO, C. S. F.; DELABIE, J. H. C., OLIVEIRA, A. R. Associações entre ácaro (Arachnida: Acari) e formigas do gênero *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) no sudeste da Bahia, Brasil: Abordagens ecológicas preliminares. In: XI CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2013, Porto Seguro, Bahia. **Resumos**, p. 1-2.
- MOLERO-BALTANÁS, R.; GAJU-RICART, M.; BACH DE ROCA, C.; MENDES, L. F. Description of *Atelura valenciana* n. sp. (Insecta: Zygentoma) and distribution and myrmecophilic relationships of *Ptroateturina pseudolepisma* in the Iberian península. **Miscellània Zoològica**, v. 21, n. 1. P. 101-117, 1998.
- MONIEZ, R. Sur quelques Arthropodes trouvés dans les fourmilières. II. Thysanoures. **Revue biologique du Nord de la France**, v. 6, p. 201-215, 1894.
- OLIVEIRA, A. R.; MENDONÇA-LOPES, J.; SILVA, V.; SANTOS, R.; MARIANO, C. S. F.; DELABIE, J. H. C. Ácaros (Arachnida: Acari) associados a *Pachycondyla* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em cultivos de cacau e remanescentes de Mata Atlântica no sudeste da Bahia, Brasil. In: XX SIMPOSIO DE MIRMECOLOGIA, I ENCUENTRO DE MIRMECOLOGISTAS DE LAS AMERICAS, 2011, Petropolis, Rio de Janeiro. **Resumos** p. 136.
- PARK, K. H.; LEE, B. H. Six collembolan species (Insecta) new to Korea including two species from ant nests. **The Korean Journal of Systematic Zoology**, v. 16, n. 2, p. 227-237, 2000.
- RETTENMEYER, C. W. The behavior of *Thysanura* found with army ants. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 56, n. 2, p. 170-174, 1963.
- SANTOS, R.; MENDONÇA-LOPES, J.; SILVA, V.; DELABIE, J. H. C.; MARIANO, C. S. F. Coleoptera associados á *Pachycondyla* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em cultivos de cacau e remanescentes de mata atlântica no sudeste da Bahia, Brasil. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 2013, Salvador, Bahia. **Resumos**, p. 1124.
- SMITH, J. B. Ants' nests and their inhabitants. **The American Naturalist**, v. 20, n. 8, p. 679-687, 1886.

TRASER, G. Springtails of the Aggtelek National Park (Hexapoda: Collembola). In: MAHUNKA, S. (ED.) **The fauna of the Aggtelek National Park**. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1999. p. 49-59.

VAZ-FERREIRA, R.; COVELO DE ZOLESSI, L.; ACHÁVAL, F. Oviposición y desarrollo de ofidios y lacertílios en hormigueros de *Acromyrmex*. **Physis**, v. 29, n. 79, p. 431-459, 1973.

WAGNER, D.; BROWN, M. J. F.; GORDON, D. M. Harvester ants nest, soil biota and soil chemistry. **Oecologia**, v. 112, n. 2, p. 232-236, 1997.

WALLER, D. A.; MOSER, J. C. Invertebrate enemies and nest associates of the leaf-cutting ant *Atta texana* (Buckley) (Formicidae, Attini). In: VANDER MEER, R.K., JAFFE, K., CEDENO, A. (EDS.). **Applied Myrmecology, a World perspective**. Westview Press, San Francisco, 1990. p. 256-273.

WASMANN, E. S. J. **Kritisches Verzeichniss der Myrmekophilen und Termitophilen Arthropoden it Angabe der Lebensweise und mit Beschreibung neuer Arten**. Berlin: Verlag Von Felix L. Dame, 1894. p. 231.

WEBER, N. A. Evolution in fungus-growing ants. **Proceedings of the 10th International Congress of Entomology**, v. 2: 459-473, 1958.

WILSON, E. O.; HÖLLDOBLER, B. The rise of the ants: a phylogenetic and ecological explanation. **Proceedings of the Natural Academy of Science USA**, v. 102, n. 21, p. 7411-7414, 2005.

WITTE, V.; HÄNEL, H.; WEISSFLOG, A.; ROSLI, H.; MASCHWITZ, U. Social integration of the myrmecophilic spider *Gamasomorpha maschwitzi* (Araneae: Oonopidae) in colonies of the South East Asian army ant *Leptogenys distinguenda* (Formicidae: Ponerinae). **Sociobiology**, v. 34, n. 1, p. 145-159, 1999.

YÉO, K.; MOLET, M.; PEETERS, C. When David and Goliath share a home: compound nesting of *Pyramica* and *Platythyrea* ants. **Insectes Sociaux**, v. 53, p. 435-438, 2006.