

VESPAS SOCIAIS (VESPIDAE: POLISTINAE): NIDIFICAÇÃO E OCORRÊNCIA DE PARASITOIDES NO CERRADO BRASILEIRO

SOCIAL WASPS (VESPIDAE: POLISTINAE): NESTING AND OCCURRENCE OF PARASITOIDES IN THE BRAZILIAN CERRADO

¹Sheliane Cristina Coelho Francisco, ²Diego Gonçalves dos Santos Renne, ¹Gabriel de Castro Jacques, ²Marcos Magalhães de Souza

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí. ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - Campus Inconfidentes. e-mail de correspondência: shelianecristina17@gmail.com

RESUMO

As vespas sociais (Vespidae: Polistinae) constroem seus ninhos diferentes substratos, como em superfície inferior de folhas, troncos de árvores, edificações humanas ou cavidades naturais, e estes são frequentemente atacados por parasitoides que constitui um dos principais fatores de mortalidade destes insetos. Neste contexto este estudo teve como objetivos: I) obter informações sobre a nidificação quanto aos substratos utilizados pelas de vespas sociais, e avaliar a similaridade das comunidades destes insetos entre as estações seca e chuvosa no Parque Nacional Grande Sertão Veredas (PNGSV) e II) verificar a ocorrência de parasitoides em ninhos destas vespas. O estudo foi realizado em quatro campanhas, de setembro de 2022 a abril de 2023 em busca de colônias destes vespídeos, onde se registrava o substrato de nidificação e a estação do ano de cada colônia. Foram encontradas 163 colônias de 25 espécies de 11 gêneros de vespas sociais. Destas, 13 espécies utilizaram exclusivamente estruturas naturais para nidificação, o que mostra a importância da preservação de áreas naturais para preservação destas espécies. Não houve diferença estatística entre as comunidades de vespas sociais entre as estações seca e chuvosa do PNGSV, indicando a importância dos rios e veredas protegidos que fornecem água durante o ano todo, tornando o ambiente favorável para manter a população destas vespas. Além disso, foram coletados 39 ninhos de 12 espécies de vespas sociais, e em apenas dois ninhos de duas espécies diferentes, *Mischocyttarus cassununga* e *Polistes ferreri*, foram registrados a presença de dois parasitoides em cada ninho, sendo duas espécies do gênero *Toechorychus*, família Ichneumonidae.

Palavras-chave: Colônia; Ichneumonidae; Polistinae; Veredas.

ABSTRACT

Social wasps (Vespidae: Polistinae) build their nests on different substrates, such as on the undersurface of leaves, tree trunks, human buildings or natural cavities, and these are frequently attacked by parasitoids, which is one of the main mortality factors for these insects. In this context, this study aimed to: I) obtain information about nesting and the substrates used by social wasps, and evaluate the similarity of these insect communities between the dry and rainy seasons in the Grande Sertão Veredas National Park (PNGSV) and II) check the occurrence of parasitoids in these wasp nests. The study was carried out in four campaigns, from September 2022 to April 2023 in search of colonies of these vespids, where the nesting substrate and the season of each colony were recorded. 163 colonies of 25 species of 11 genera of social wasps were found. Of these, 13 species used exclusively natural structures for nesting, which shows the importance of preserving natural areas to preserve these species. There was no statistical difference between social wasp communities between the dry and rainy seasons of the PNGSV, indicating the

importance of protected rivers and paths that provide water throughout the year, making the environment favorable to maintain the population of these wasps. Furthermore, 39 nests of 12 species of social wasps were collected, and in only two nests of two different species, *Mischocyttarus cassununga* and *Polistes ferreri*, the presence of two parasitoids was recorded in each nest, two species of the genus *Toechorychus*, family Ichneumonidae.

Keywords: Colony; Ichneumonidae; Polistinae; Veredas.

INTRODUÇÃO

O Cerrado, segundo maior bioma do Brasil, ocupa cerca de 23,9% do território¹, e é um dos *hotspots* mundiais da biodiversidade, que abriga grande diversidade de espécies, endêmicas e ameaçadas de extinção². Apesar da importância deste bioma, cerca de 55% de sua área original foi desmatada, e apenas 8,21% da área ainda preservada é legalmente protegida com Unidades de Conservação (UC)¹.

As UCs desempenham papel crucial na proteção da biota e dos recursos naturais no Brasil, garante a preservação de ambientes naturais e proporciona as condições necessárias para a manutenção de populações saudáveis³, o que assegura a prestação de diferentes serviços ecossistêmicos, como o controle biológico e polinização, realizados, por exemplo, pelas vespas sociais (Vespidae: Polistinae)^{4,5}.

Os ninhos desses insetos são construídos em diferentes substratos, como em superfície inferior de folhas, troncos de árvores, edificações humanas ou cavidades naturais⁶ e são classificados em padrões arquitetônicos: stelocítaros, astelocítaros e fragmocítaros⁷. Os ninhos stelocítaros possuem um ou mais favos presos ao substrato por um pedúnculo, com ou sem um envelope de proteção. Se ausente, o ninho é denominado de gimnódono, e se presente, são denominados caliptódomos. O segundo ninho, astelocítaros, é formado por um único favo, com envelope de proteção e células presas diretamente no substrato. Já nos ninhos fragmocítaros, o favo inicial é preso ao envelope de proteção e os favos posteriores são construídos nas laterais do favo anterior⁷.

Estes ninhos são frequentemente atacados por parasitoides que afetam negativamente as colônias^{8,9}, e constitui um dos principais fatores de mortalidade entre as vespas sociais nos primeiros estágios de desenvolvimento¹⁰.

Neste contexto este estudo teve como objetivos: I) obter informações sobre a nidificação quanto aos substratos utilizados pelas de vespas sociais, e avaliar a similaridade das comunidades destes insetos entre as estações seca e chuvosa no Parque

Nacional Grande Sertão Veredas e II) verificar a ocorrência de parasitoides em ninhos destas vespas.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no Parque Nacional Grande Sertão Veredas (PNGSV) (15° 6'S e 45° 48'W) uma Unidade de Conservação de proteção integral que abrange os municípios de Chapada Gaúcha, Formoso e Arinos no estado de Minas Gerais, e Côcos, na Bahia, Brasil. A área total do parque é de cerca de 230.671 hectares, caracterizado por solo arenoso coberto por vegetação do bioma Cerrado e um clima tropical¹¹.

O estudo foi realizado em quatro campanhas, de setembro de 2022 a abril de 2023. Cada campanha durou seis dias consecutivos, uma em cada estação do ano, das 9h às 13h e das 16h às 18h, com esforço de campo de quatro pesquisadores, totalizando 144 horas de esforço amostral por pesquisador.

Para localização dos ninhos de vespas sociais foi utilizado o método de busca ativa, em que os pesquisadores realizavam caminhadas em diferentes áreas do parque, como as margens do Rio Preto, Cachoeira Mato Grande, Córrego da Onça e diferentes veredas, com vistoria na vegetação, barrancos, troncos, cavidades naturais, rochas e edificações humanas. Ao se encontrar uma colônia, se registrava o substrato de nidificação e a estação do ano. Além disso, alguns espécimes de cada colônia eram coletados por meio de rede entomológica, sacrificados e armazenados em álcool 70% para confirmação da identificação.

Para avaliação dos parasitoides de vespas sociais, algumas colônias foram coletadas e colocadas em recipientes de plástico cobertos por um tecido, para manter a ventilação, além de serem mantidos em incubadora do tipo B.O.D, a 25 °C e umidade relativa de 70%¹². Após as coletas, realizou-se o monitoramento diário dos ninhos, para registrar a emergência de parasitoides, que posteriormente foram sacrificados e fixados em álcool 70%.

As vespas sociais coletadas foram identificadas através de chaves dicotômicas proposta por^{13,14}, por comparação com a coleção biológica de vespas sociais (CBVS) do IFSULDEMINAS *campus* Inconfidentes, onde encontram-se depositados os espécimes (Nº de tombo 09573-2022 a 09708-2023). A fim de confirmar a identificação alguns

espécimes foram enviados ao Dr. Orlando Tobias da Silveira, Museu Emílio Goeldi, Belém, Pará. Os parasitoides foram armazenados em via úmida e enviados para identificação do Prof. Luís Cláudio Paterno Silveira, da Universidade Federal de Lavras, por meio da chave de identificação¹⁵, e a confirmação do gênero foi realizada, através de fotos, pelo pesquisador Dr Bernado F. Santos do Center for Integrative Biodiversity Discovery, Museum für Naturkunde, Berlin, Alemanha.

Para avaliar a similaridade das comunidades de vespas sociais entre as estações seca e chuvosa, foi realizado uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), com o índice de Bray-Curtis, que leva em conta a quantidade de ninhos por amostra. Posteriormente, foi realizada a PERMANOVA (análise de variância multivariada permutacional) para verificar diferença significativa usando o mesmo software. Todas estas análises foram realizadas através do programa Past¹⁶. A taxa de parasitismo total e por espécie foi calculada através da fórmula $\%TP = (NNP / NNT) \times 100$, em que NNP representa o número de colônias parasitados, e NNT, o número de colônias totais (Jacques; Francisco; Silveira, 2022). O estudo foi autorizado pelo SISBIO licença no. 83294-1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

NIDIFICAÇÃO E SUBSTRATOS UTILIZADOS

Foram encontradas 163 colônias de 25 espécies de 11 gêneros de vespas sociais (Figura 1), que utilizaram diferentes substratos (Tabela 1). Destas, treze espécies utilizaram exclusivamente estruturas naturais (vegetação, rocha e barranco) para nidificação, o que mostra a importância da preservação de áreas naturais para preservação destas espécies.

O substrato mais utilizado pelas vespas sociais para nidificação foi a vegetação, o que pode ser em consequência de diferentes condições: primeiro, devido à proximidade aos recursos necessários para sobrevivência da colônia, o que gera economia de energia despendida, como obtenção de fibras vegetais para a construção de seus ninhos¹⁴, e aos recursos alimentares como néctar, pólen⁵ e insetos, que compreendem importante fonte proteica para larvas desses vespídeos⁴ segundo, pela proteção contra predadores baseado na estratégia de camuflagem¹⁷; terceiro, pela proteção de intempéries obtidas pela nidificação em folhas rígidas⁶, que são frequentes em Cerrado, ou em ocos de árvores; quarto, por sinalização química, pois as colônias de vespídeos compartilham sua

composição química com as plantas utilizadas para a nidificação, por isso a planta pode proporcionar à colônia compostos químicos que compõem a assinatura química colonial¹⁸.

Figura 1. Algumas colônias de vespas sociais (Polistinae) registradas no Parque Nacional Grande Sertão Veredas, norte do estado de Minas Gerais; (A) *Parachartergus fraternus*; (B) *Polybia occidentalis*; (C) *Polybia paulista*; (D) *Brachygastra augusti*; (E) *Polybia ruficeps*.

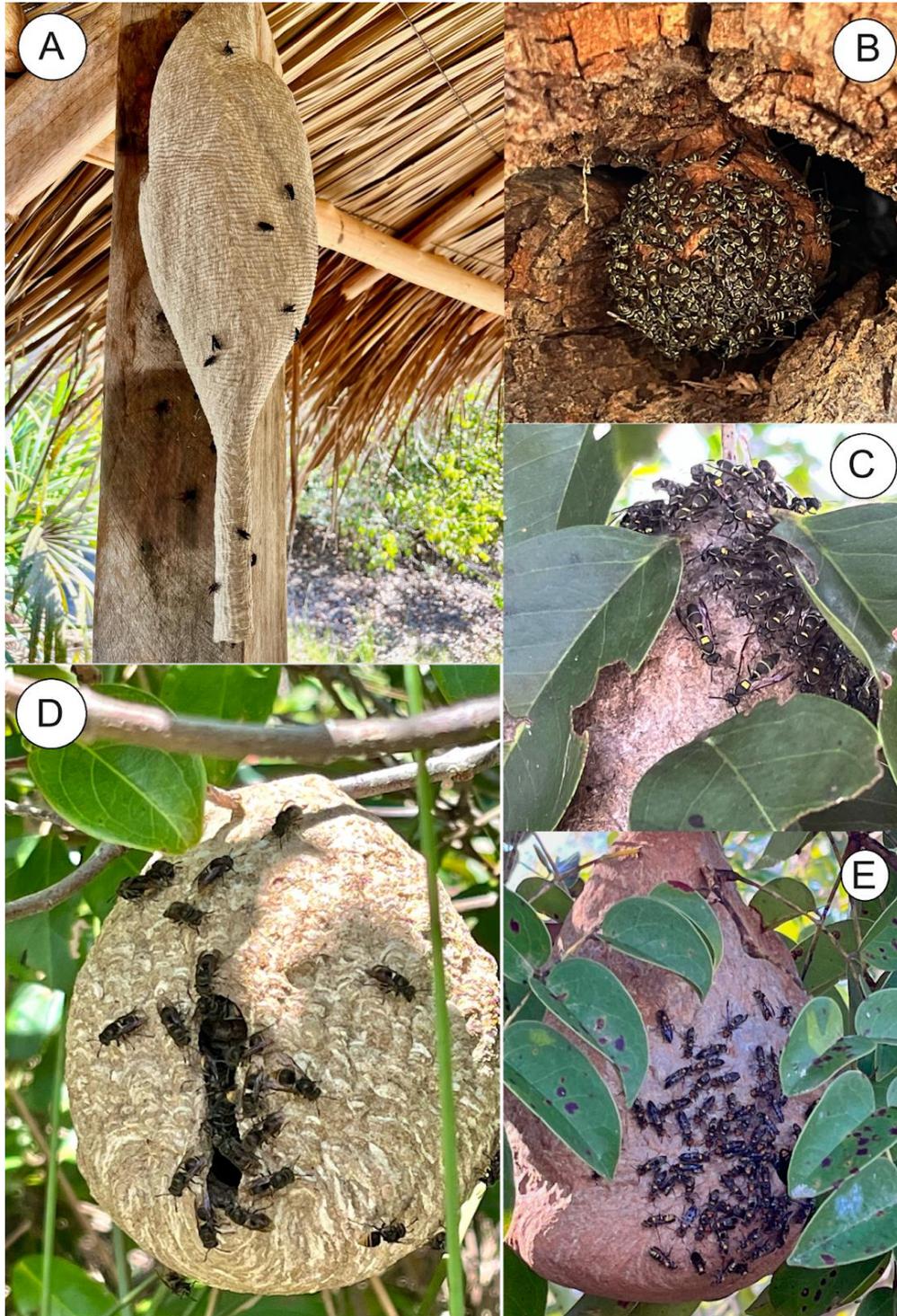


Tabela 1. Espécies, número de colônias e substratos utilizados pelas vespas sociais para nidificação em área de Cerrado, no Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Minas Gerais.

Espécies	Col. (n°)	Substratos			
		Vegetação	Edificação	Rocha	Barranco
<i>Apoica pallens</i> (Fabricius, 1804)	5	5	0	0	0
<i>Brachygastra augusti</i> (de Saussure, 1854)	5	5	0	0	0
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	4	4	0	0	0
<i>Chartergellus communis</i> Richards, 1978	7	3	1	3	0
<i>Chartergus globiventris</i> de Saussure, 1854	1	1	0	0	0
<i>Metapolybia cingulata</i> (Fabricius, 1804)	4	1	0	3	0
<i>Mischocyttarus campestris</i> Raw, 1985	3	3	0	0	0
<i>Mischocyttarus cassununga</i> (R. von Ihering, 1903)	2	0	2	0	0
<i>Mischocyttarus cerberus</i> Ducke, 1918	3	1	2	0	0
<i>Mischocyttarus latior</i> Fox, 1898	2	0	2	0	0
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i> (Cameron, 1912)	2	0	0	2	0
<i>Mischocyttarus socialis</i> (de Saussure, 1854)	6	1	0	5	0
<i>Mischocyttarus (Monogynoecus)</i> sp.	26	1	1	22	2
<i>Mischocyttarus</i> sp.	4	0	3	1	0
<i>Parachartergus fraternus</i> (Gribodo, 1892)	16	13	3	0	0
<i>Polistes erythrocephalus</i> Latreille, 1813	1	0	0	1	0
<i>Polistes ferreri</i> de Saussure, 1853	4	0	2	2	0
<i>Polistes</i> sp.	1	0	1	0	0
<i>Polybia fastidiosuscula</i> de Saussure, 1854	3	3	0	0	0
<i>Polybia occidentalis</i> (Olivier, 1791)	31	12	15	3	1
<i>Polybia paulista</i> H. von Ihering, 1896	13	13	0	0	0
<i>Polybia ruficeps</i> Schrottky, 1902	6	6	0	0	0
<i>Polybia</i> sp.	2	1	1	0	0
<i>Protonectarina slyveirae</i> (de Saussure, 1854)	1	1	0	0	0
<i>Synoeca surinama</i> (Linnaeus, 1767)	10	10	0	0	0
Total	168	84	33	42	0

O segundo substrato mais utilizado foi o rochoso, todos os registros em áreas de mata ciliar, com 42 colônias, dos quais 50% foram da espécie *Mischocyttarus (Monogynoecus)* sp. A nidificação nesse substrato e nesse ambiente pode ser explicado pela proteção contra predadores e intempéries fornecido pela rocha, e fatores abióticos favoráveis, como temperatura mais amena e umidade, em função da proximidade aos recursos hídricos, que são fornecidos o ano todo por esta fitofisionomia. Além disso, a nidificação na rocha pode auxiliar na camuflagem dos ninhos das espécies *Chartergellus*

communis Richards, 1978 e *Metapolybia cingulata* (Fabricius, 1804), que ficam aderidos diretamente à superfície do substrato, com coloração similar¹⁹.

Já a baixa incidência de ninhos em barranco provavelmente está associada a instabilidade do terreno do Cerrado, que normalmente é arenoso e sofre fortemente com o intemperismo²⁰, pois sabe-se que em outros ambientes as vespas sociais nidificam em barranco não arenoso²¹.

Apesar das poucas edificações humanas no PNGSV, 13 espécies foram encontradas nidificando neste substrato. Isto está provavelmente ligado a proteção contra intempéries como chuva, calor e vento que podem danificar as colônias²², além de existirem espécies sinantrópicas adaptadas às condições artificiais das edificações^{23,24}. Destas, três nidificam apenas neste substrato, sendo elas *Polistes* sp., *Mischocyttarus cassununga* (R. von Ihering, 1903) e *Mischocyttarus latior* Fox, 1898. Espécies destes gêneros possuem ninhos sem invólucro protetor, tornando-os mais susceptíveis à predação, e a nidificação em edificações humanas pode reduzir esta possibilidade, além de proteger a colônia de intempéries climáticas²². Para *Mischocyttarus*, isto é ainda mais necessário, pois seus indivíduos possuem o ferrão atrofiado¹³. *M. cassununga* apresenta alto grau de sinantropismo^{22,23} e é comumente encontrada em ambiente urbano²⁴. Já *M. latior*, frequentemente encontrada no Cerrado²⁵, também tem registro em ambiente urbano²⁴.

As espécies com maior número de colônias foram *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791) com 31 colônias, *Mischocyttarus (Monogynoecus)* sp. com 26, *Parachartergus fraternus* (Gribodo, 1892) com 16, *Polybia paulista* H. von Ihering, 1896 com 13, e *Synoeca surinama* (Linnaeus, 1767) com 10 que apresentaram a maior abundância de colônias, o que pode ser resultado de diferentes fatores relacionados à biologia, ecologia, etologia e distribuição geográfica.

P. occidentalis pode acumular recursos em seus ninhos como formigas, moscas e cupins⁷, mantendo-se ativa em períodos desfavoráveis, como na estação seca²⁶. Este resultado é similar ao encontrado em outros estudos em áreas de Cerrado e Caatinga no norte de Minas Gerais^{27,26}. Além disso, esta espécie apresenta grande adaptação ao ambiente, sendo uma das duas espécies que nidificam em todos os substratos amostrados (Tabela 1).

Mischocyttarus (Monogynoecus) sp. explorou, também, todos os diferentes substratos, o que sugere plasticidade na nidificação, porém, a maioria das colônias, 22

das 26 registradas, foram encontrados em rocha, o que pode indicar uma adaptação desta espécie a este substrato.

O gênero *Parachartergus* R.von Ihering, 1904 tem distribuição continental, com registros desde o México até o sul da Argentina, o que sugere adaptações a diferentes biomas¹³. A espécie *P. fraternus* é frequente no Cerrado^{28,27}, consegue explorar diferentes substratos de nidificação⁶ e possui o comportamento de reutilização do material de ninhos abandonados para construção de outros novos²⁹, o que pode ser um processo menos dispendioso e que oferece menos risco de predação às operárias, portanto, a somatória dessas condições refletiram no grande número de colônias registradas (Tabela 1).

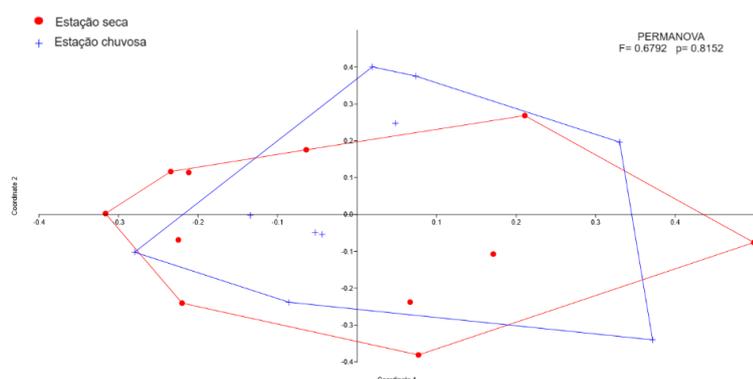
Já *P. paulista* é uma das espécies com maior distribuição geográfica no Brasil, ocorrendo em todos os biomas exceto Pantanal e Pampa¹³, além de ser frequente em diferentes ecossistemas, tais como: naturais¹⁷, agrícolas²⁴ e urbanos²³, o que indica plasticidade ecológica na ocupação de ambientes, e elucida a abundância de colônias.

Por fim, *S. surinama* também é uma espécie de ampla distribuição no Brasil³⁰, com registros no Cerrado^{17,27}. Além dessa vasta distribuição, os ninhos são grandes e encontram-se em vegetação aberta, pois a incidência do sol é necessária para o forrageamento dos indivíduos da colônia³¹ devido a essa condição, as fitofisionomias do Cerrado podem favorecer a ocorrência dessa espécie.

SIMILARIDADE DAS COMUNIDADES

Através da Análise de Coordenadas Principais (PCoA) e posterior teste de PERMANOVA, registou-se que não há diferença estatística entre as comunidades de ninhos de vespas sociais encontrados entre as estações seca e chuvosa do PNGSV ($p=0,8152$) (Figura 2).

Figura 2. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) e teste de PERMANOVA, entre os ninhos de vespas sociais e as estações seca e chuvosa.



As vespas sociais têm uma preferência em construir seus ninhos em habitats úmidos no Cerrado, como Veredas e Mata Ciliar, pela disponibilidade de água²⁸. Os rios e as veredas no Parque Nacional Grande Sertão Veredas garantem disponibilidade de água ao longo de todo o ano¹¹, isso favorece esses insetos, pois diminui a influência negativa do período de estiagem, portanto essas fitofisionomias formam ambientes que abrigam o ano todo as populações de vespas sociais, por isso não houve diferença na comunidade de vespas entre a estação chuvosa e seca.

PARASITISMO

Foram coletados 39 ninhos de 12 espécies de vespas sociais, com taxa de parasitismo de 5,12%. Em apenas dois ninhos de duas espécies diferentes, *M. cassununga* e *Polistes ferreri* de Saussure, 1853, foram registrados a presença de dois parasitoides em cada ninho, sendo duas espécies do gênero *Toechorychus* Townes, 1946, família Ichneumonidae (Tabela 2) (Figura 3). Para estas espécies de vespas sociais a taxa de parasitismo foi de 50% e 33,33%, respectivamente.

Tabela 2. Espécies de vespas sociais; número de ninhos coletados e com parasitoide; e espécie, família e quantidade do parasitoide emergido por ninho no Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Minas Gerais.

Espécie de vespa social	Ninhos		Parasitoide (Espécie - Família - Quantidade)
	Coletados	Com parasitoide	
<i>Apoica pallens</i>	2	0	
<i>Mischocyttarus</i> sp.	1	0	
<i>Mischocyttarus</i> (<i>monogynoecus</i>) sp.	13	0	
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	2	1	<i>Toechorychus</i> sp1. - Ichneumonidae - 2
<i>Mischocyttarus cerberus</i>	2	0	
<i>Mischocyttarus latior</i>	1	0	
<i>Mischocyttarus socialis</i>	1	0	
<i>Polistes ferreri</i>	3	1	<i>Toechorychus</i> sp2. - Ichneumonidae - 2
<i>Polistes</i> sp.	1	0	
<i>Polybia occidentalis</i>	11	0	
<i>Polybia paulista</i>	1	0	
<i>Polybia ruficeps</i>	1	0	
Total	39	2	

Figura 3. A - Parasitoide *Toechorychus* sp1. encontrado em ninho ativo de *Myschocyrtarus cassununga*; e B - Parasitoide *Toechorychus* sp2. encontrado em ninho ativo de *Polistes ferreri*, no Parque Nacional Grande Sertão Veredas.



O parasitoidismo observado sobre os ninhos de *M. cassununga* e *P. ferreri*, espécies de comportamento de fundação independente, pode ser favorecido pela ausência de invólucro protetor do ninho³² e pela dificuldade de proteção da colônia pelos adultos, pois suas colônias são menos populosas^{9,33,32}, e assim os adultos não estão o tempo todo protegendo o ninho, pois precisam sair para forragear^{8,10}. Estas duas condições favorecem o ataque de espécies des Ichneumonidae, que em sua maioria, são ecto ou endoparasitoides de artrópodes³⁴, o que inclui as vespas sociais (Polistinae).

No Brasil, já se tem registros dessa relação desarmônica de Ichneumonidae com *M. cassununga*⁹, inclusive por *Toechorychus*³², porém em ecossistema antropizado. Espécies do gênero *Polistes* também são parasitados por Ichneumonidae, como *Polistes versicolor* Olivier, 1791³⁵, *Polistes lanio lanio* Fabricius, 1775³⁶ e *Polistes satan* Bequaert, 1940³³. Em relação ao gênero *Toechorychus*, há registro apenas para *Polistes canadensis*³⁷. Este é o primeiro registro de Ichneumonidae parasitando *P. ferreri*.

A taxa de parasitismo *P. ferreri*, 33,33%, foi similar à de outros estudos com *Polistes* Latreille, 1802, com 28,57% para *P. versicolor*¹² e 23% para *Polistes metricus* Say, 1831³⁸. Em relação a *M. cassununga*, a taxa de parasitismo neste trabalho foi maior, 50%, em relação ao já encontrado para a mesma espécie, 22,22%³⁹, porém estes dados podem ser influenciados pela baixa quantidade de ninhos coletados destas espécies, por isso sugere-se uma análise de um maior número de colônias para elucidar melhor essa taxa de parasitoidismo, e o reflexo disso sobre as populações de vespas sociais.

CONCLUSÃO

Destacam-se 13 espécies registradas que nidificam exclusivamente em substrato natural, mostrando a importância da Unidade de Conservação na proteção destas espécies. Além disso, os rios e veredas protegidos fornecem água durante o ano todo, tornando o ambiente favorável para manter a população destas vespas.

Os parasitoides da família Ichneumonidae podem ocasionar elevada taxa de mortalidade na população de *M. cassununga* e de *P. ferreri*, o que pode prejudicar as funções ecológicas exercidas por estas espécies. Este é o primeiro registro de *P. ferreri* parasitado por Ichneumonidae, sendo um ponto de partida para mais estudos relacionados ao parasitoidismo nesta espécie.

AGRADECIMENTOS

Ao IFMG, Campus Bambuí, e ao IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes, pela logística; aos funcionários do Parque Nacional Grande Sertão Veredas pela colaboração no período de coleta; aos estagiários da equipe de campo pelo auxílio na coleta de dados; ao Dr. Orlando Tobias da Silveira, do Museu Emílio Goeldi, Belém, Pará, pela identificação das vespas sociais; ao Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira, da Universidade Federal de Lavras, pelas fotos do parasitoide; ao Dr Bernardo F. Santos do Center for Integrative Biodiversity Discovery, Museum für Naturkunde, Berlin, Alemanha, pela identificação do parasitoide; e ao ICMBio, sistema SISBIO para concessão de licenças de coleta.

REFERÊNCIAS

1. MMA. Painel Unidades de Conservação Brasileiras – Departamento de áreas protegidas. Brasília, DF:Microsoft Power BI. 2023.
2. Mittermeier RA, Turner WR, Larsen FW, Brooks TM, Gascon C. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: Zachos FE, Habel JC, Editores. Biodiversity Hotspots. Heidelberg, BW: Springer; 2011. cap. 10 . p. 3-22. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5>.
3. Salvio GMM. Áreas Naturais Protegidas e Indicadores Socioeconômicos: o desafio da conservação da natureza. Jundiaí, SP: Paco Editorial; 2017.
4. Prezoto F, Maciel TT, Detoni M, Mayorquin AZ, Barbosa BC. Pest control potential of social wasps in small farms and urban gardens. *Insects*. 2019; 10(7):192. <https://doi.org/10.3390/insects10070192>.
5. Bergamo PJ, Streher NS, Zambon V, Wolowski M, Sazima M. Pollination generalization and reproductive assurance by selfing in a tropical montane ecosystem. *The Science of Nature*. 2021; 108(6). <https://doi.org/10.1007/s00114-021-01764-8>.

6. Souza, MM, Pires, EP, Louzada, J. Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of rio das Mortes in southeastern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 2014; 36:189-196.
7. Richards OW, Richards MJ. Observations on the social wasps of South America (Hym. - Vespidae). London, UK: British Museum of Natural History;1951.
8. Reed HC, Vinson SB. Observations of the life history and behavior of *Elasmus polistis* Burks (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eulophidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 1979; 52(2): 247-257.
9. Soares MA, Bellini LL, Gutierrez CT, Prezoto F, Serrão JE, Zanuncio JF. *Pachysomoides* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) and *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) parasitoids of *Mischocyttarus cassununga* (Hymenoptera: Vespidae) in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. *Sociobiology*. 2006; 48(3):673-680.
10. Clouse RM. Are lone paper wasp foundresses mainly the result of sister mortality. *Florida Entomologist*.1997; 60(4).
11. Funatura. Plano de Manejo do Parque Nacional Grande Sertão Veredas. Brasília, DF: MMA/IBAMA; 2003.
12. Jacques, GC, Francisco SCC, Silveira LCP. First record of *Elasmus polistis* (Hymenoptera: Eulophidae), a parasitoid of *Polistes versicolor* (Hymenoptera: Vespidae), in Minas Gerais, Brazil. *Sociobiology*. 2022; 69(1): e7678. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v69i1.7678>.
13. Richards, O. W. The social wasp of the Americas. London, UK: British Museum of natural History; 1978.
14. Carpenter JM, Marques OM. Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae). Cruz das Almas, BA: Publicações Digitais; 2001.
15. Brown, BV. Phoridae. In B.V. Brown, A. Borkent, J.M. Cumming, D.M. Wood, N.E. Woodley & M.A. Zumbado (Eds.), *Manual of Central American Diptera*. NRC Research Press: Ottawa. 2010. (pp 725-761).
16. Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica*. 2005; 4.
17. Souza MM, Teofilo-Guedes GS, Bueno ET, Milani, LR, Souza ASB. Social wasps (Hymenoptera, Polistinae) from the Brazilian savanna. *Sociobiology*. 2020; 67:129–138. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i2.4958>.
18. Sguarizi-Antonio D, Michelutti KB, Soares ERP, Batista NR, Lima-Junior SE, Cardoso CAL, Torres VO, Antonialli-Junior WF. Colonial chemical signature of social wasps and their nesting substrates. *Chemoecology*. 2022; 32(1):41-47. <https://doi.org/10.1007/s00049-021-00361-5>.

19. Souza MM, Barbado N, Almeida JAM, Teófilo-Guedes G, Zanuncio JC. Nest camouflage in *Metapolybia cingulata* and nesting and colony defensive behavior in *Metapolybia docilis* (Vespidae: Polistinae) in the Brazilian Atlantic Forest. *Sociobiology*. 2022; 69(04):1-5. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v69i4.8317>.
20. Marimon-Junior BH, Haridasan M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta botânica brasílica*. 2005; 19(04): 913-926. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000400026>.
21. Souza MM, Silva HNM, Dallo JB, Martins LF, Milani LR; Clemente MA. Biodiversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) at Altitudes Above 1600 Meters in the Parque Estadual da Serra do Papagaio, State of Minas Gerais, Brazil. *EntomoBrasilis*. 2015; 8: 174-179. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v8i3.519>.
22. Fowler HG. Human effects on nest survivorship of urban synanthropic wasps. *Urban Ecology*. 1983; 7(2). [https://doi.org/10.1016/0304-4009\(83\)90032-3](https://doi.org/10.1016/0304-4009(83)90032-3).
23. Oliveira TCT, Souza MM, Pires EP. Nesting habits of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in forest fragments associated with anthropic areas in southeastern Brazil. *Sociobiology*. 2017; 64(1): 101–104. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v64i1.1073>.
24. Jacques GC, Souza MM, Coelho HJ, Vicente LO, Silveira LCP. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in an Agricultural Environment in Bambuí, Minas Gerais, Brazil. *Sociobiology*. 2015; 62(3): 439-445. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v62i3.738>.
25. Lima ACO, Castilho-Noll MSM, Gomes B, Noll FB. Social Wasp Diversity (Vespidae, Polistinae) in a Forest Fragment in the Northeast of São Paulo State Sampled with Different Methodologies. *Sociobiology*. 2010; 55: 613-626.
26. Jacques GC, Barbosa LD, Gouvêa TP, Simões NA, Silva GTG, Silveira OT, Souza MM. Influence of dry season on social wasp communities (Hymenoptera: Polistinae) in Deciduous Forest. *Sociobiology*. 2023; 70(2): e8361. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v70i2.8361>.
27. Francisco SCC, Gouvêa TP, Rubim LGT, Jacques GC, Souza MM. Social wasps (Vespidae: Polistinae) in Cerrado and Caatinga conservation units, Minas Gerais, Brazil. *Biota Neotropica*. 2023; 23(4): e20231563. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2023-1563>.
28. Diniz IR, Kitayama K. Colony densities and preferences for nest habitats of some social wasps in Mato Grosso State, Brazil (Hymenoptera, Vespidae). *Journal of Hymenoptera Reserch*. 1994; 3.
29. Rubim LGT, Camargos LSA, Jacques GC, Souza MM. Reutilização do material de ninho abandonado de vespa social por *Parachartergus fraternus* (Gribodo, 1892) (Vespidae: Polistinae) em cerrado. *Acta Biológica Catarinense*. 2023 10(4), 82–85. <https://doi.org/10.21726/abc.v10i4.2077>.

30. Hermes MG, Somavilla A Vespidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. 2024. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/55387>>. Acesso em: 17 abr. 2024.
31. Elisei T, Junior CR, Guimarães DL, Prezoto F. Foraging Activity and Nesting of Swarm-Founding Wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae). *Sociobiology*. 2005; 46(02).
32. Somavilla A, Schroedinger K, Carvalho AF, Menezes RST, Del-Lama MA, Costa MA, Oliveira ML. Record of parasitoids in nests of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae). *Sociobiology*. 2015; 62: 92-98. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v62i1.92-98>.
33. Kudo K, Komatsu K, Konishi K, Mateus S, Zucchi R, Nascimento FS. Bionomic notes on *Pachysomoides* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of the Neotropical social wasp *Polistes satan* Bequaert (Hymenoptera: Vespidae). *Entomological Science*. 2013; 16: 360–362. <https://doi.org/10.1111/ens.12017>.
34. Hanson PE, Gauld ID. *The Hymenoptera of Costa Rica*. London, UK: The Natural History Museum and Oxford University Press; 1995.
35. Tavares WS, Dias AMPM, Souza MM, Silva-Filho R, Serrão JE, Zanuncio JC. *Pachysomoides* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) Parasitizing *Polistes versicolor* (Hymenoptera: Vespidae) in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil, *Entomologica Americana*. 2013; 119(3): 80-84. <https://doi.org/10.1664/12-RA-003.1>.
36. Silva-Filho R, Cassino RCP, Marques OM, Pentead-Dias AM, Rodrigues WC, Zanuncio JC. Parasitoids of *Polistes lanio lanio* (Hymenoptera: Vespidae) Larvae in the Municipality of Seropédica, Rio de Janeiro State, Brazil. *Sociobiology*. 2007; 50(2): 1-8.
37. Makino S. List of parasitoides of Polistinae wasps. *Sphecos*. 1985; 10: 19-25. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19940502434>.
38. Hodges AC, Espelie KE, Hodges GS. Parasitoids and parasites of *Polistes metricus* Say (Hymenoptera: Vespidae) in Northeast Georgia. *Annals of the Entomological Society of America*. 2003; 96(1). [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2003\)096\[0061:PAPOPM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2003)096[0061:PAPOPM]2.0.CO;2).
39. Francisco SCC, Jacques GC, Silveira, LCP. Occurrence of *Megaselia scalaris* Loew (Diptera: Phoridae) in *Mischocyttarus cassununga* Von Ihering (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) nests. *Entomobrasilis*. 2022; 15: e995. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v15e.995>.