

# Efeito da altitude sobre riqueza de vespas sociais (Vespidae, Polistinae)

## *Effect of altitude on social wasp richness (Vespidae, Polistinae)*

Marcos Magalhães de **SOUZA**<sup>1,2</sup>; Karine Munck **VIEIRA**<sup>3</sup>; Glauco Cássio de Sousa **OLIVEIRA**<sup>4</sup> & Mateus Aparecido **CLEMENTE**<sup>5</sup>

### RESUMO

O conhecimento da ordenação das espécies ao longo de um gradiente altitudinal é importante para se conhecer sua distribuição, sobretudo em biomas ameaçados como a mata atlântica. O presente estudo foi realizado na reserva particular do patrimônio natural (RPPN) Alto Montana, localizada no município de Itamonte, na Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, sudeste do Brasil. Analisou-se a influência do gradiente altitudinal na riqueza e na composição de espécies de vespas sociais. O método de amostragem foi busca ativa com rede entomológica e armadilhas atrativas, em nove pontos amostrais, distando 100 m um do outro. O gradiente estudado variou do ponto fixado a 1.335 até 2.135 m de altitude. Foram amostradas 11 espécies de vespas sociais, distribuídas em sete gêneros. Como esperado, houve correlação negativa significativa entre a altitude e a riqueza de espécies. *Polybia punctata* e *Polybia fastidiosuscula* foram as únicas espécies registradas nos pontos de maior altitude, estando também presentes em 78 e 66% dos pontos amostrais, respectivamente. *Agelaia multipicta* também se destacou por estar presente em 66% dos pontos. Para corroborar os resultados aqui obtidos, é necessário realizar mais estudos de longo prazo na área.

**Palavras-chave:** floresta atlântica; floresta ombrófila densa; gradiente; *Polybia fastidiosuscula*; *Polybia punctata*.

### ABSTRACT

The knowledge of the ordering of the species along an altitudinal gradient is important to know their distribution, especially in threatened biomes, such as the Atlantic Forest. The present study was carried out at the private natural heritage reserve (*reserva particular do patrimônio natural*—RPPN) Alto Montana, located in the municipality of Itamonte, in Serra da Mantiqueira, Minas Gerais, southeastern Brazil. The influence of the altitudinal gradient on the richness and composition of social wasp species was analyzed. The sampling method was an active search with entomological net and attractive traps, in nine sampling points, 100 m apart. The studied gradient varied from the fixed point at 1,335 m to 2,135 m in altitude. Eleven species of social wasps were sampled, distributed in seven genera. As expected, there was significant negative correlation between altitude and species richness. *Polybia punctata* and *Polybia fastidiosuscula* were the only two species recorded at the highest points, being also present in 78 and 66% of the sampling points, respectively. *Agelaia multipicta* also stood out for being present in 66% of the points. To corroborate the results obtained here, it is necessary to carry out more long-term studies in the area.

**Keywords:** Atlantic Forest; ombrophilous dense forest; gradient; *Polybia fastidiosuscula*; *Polybia punctata*.

Recebido em: 15 jul. 2020

Aceito em: 24 out. 2020

<sup>1</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, São Pedro – CEP 36036-900, Juiz de Fora, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Autor para correspondência: marcos.souza@ifsuldeminas.edu.br.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, Brasil.

<sup>4</sup> Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, MG, Brasil.

<sup>5</sup> Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP Brasil.

## INTRODUÇÃO

A Serra da Mantiqueira, que constitui um dos mais importantes conjuntos orográficos brasileiros, faz parte, em sua íntegra, do bioma mata atlântica, o qual é composto de diferentes fisionomias, entre elas a floresta ombrófila densa (INSTITUTO FLORESTAL, 2009). Sua vegetação responde às condições climáticas e topográficas, abrange árvores de pequeno porte (3,5 a 8 m), usualmente com troncos retorcidos, folhas de tamanhos reduzidos e predominância de epífitas avasculares, sendo denominada floresta ombrófila densa altomontana (SCHEER *et al.*, 2011).

No que se refere à distribuição dos organismos em função do gradiente altitudinal, normalmente se observa redução na riqueza de espécies conforme o aumento da altitude, havendo um pico de biodiversidade em altitudes intermediárias (GRYTNES & MCCAIN, 2007). Isso se deve ao fato de, ao deslocar-se ao longo de um gradiente de altitude, ocorrer diminuição de área de habitats, produção primária, aumento da severidade climática e redução da disponibilidade de recursos (LAWTON *et al.*, 1987; HENRIQUES-OLIVEIRA & NESSIMIAN, 2010).

Há escassas informações, contudo, relacionadas à influência da altitude sobre alguns taxa, como o de vespas sociais (KUMAR *et al.*, 2009). Os poucos estudos realizados no Brasil se concentram em áreas de floresta estacional semidecidual e floresta mista no estado de Minas Gerais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2015b) e áreas de floresta ombrófila, campos de altitude e campos rupestres no Parque Nacional do Itatiaia (Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) (RIBEIRO *et al.*, 2019).

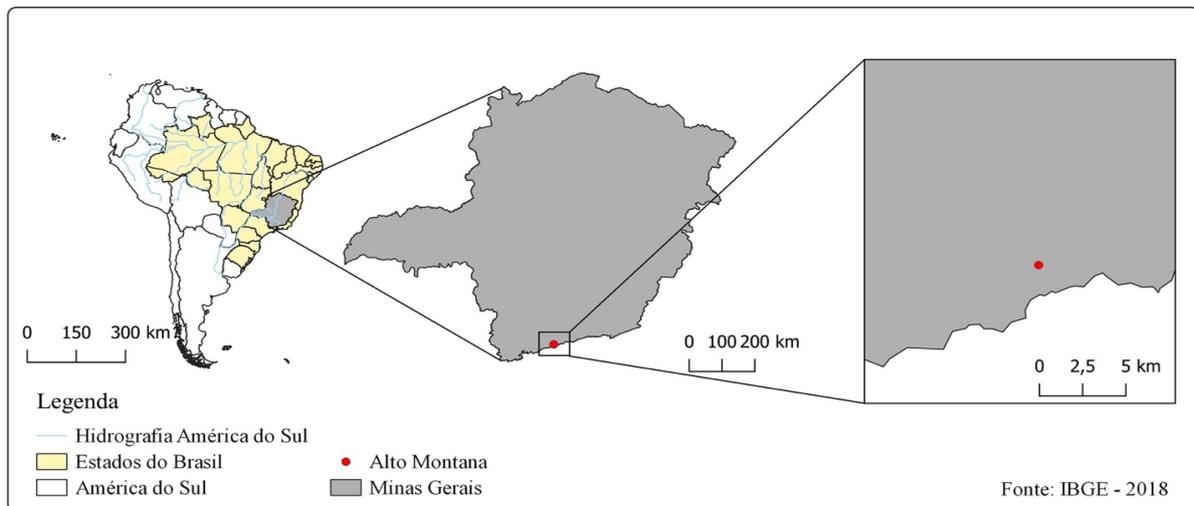
A família Vespidae é formada por seis subfamílias: Eumeninae, Euparagiinae, Masarinae, Polistinae, Stenogastrinae e Vespinae. Entre essas subfamílias, três estão presentes no Brasil (Masarinae, Eumeninae e Polistinae), sendo a última representada pelas vespas sociais (CARPENTER & MARQUES, 2001). Polistinae compreende 22 gêneros e 347 espécies, sendo a subfamília com a maior riqueza de vespas sociais do planeta (CARPENTER & ANDENA, 2013; LOPES & MENEZES, 2017).

Esses insetos cumprem um papel vital nos ecossistemas, também em áreas de cultivo, como controle biológico (ELISEI *et al.*, 2010; PICANÇO *et al.*, 2010; PREZOTO & BRAGA, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2017; PREZOTO *et al.*, 2019; JACQUES *et al.*, 2019), como visitantes florais frequentes (HERMES & KÖHLER, 2006; SÜHS *et al.*, 2009; CLEMENTE *et al.*, 2012; 2013), como possíveis polinizadores de diversas espécies de plantas (QUIRINO & MACHADO, 2001) e como bioindicadores do grau de conservação de florestas ripárias (SOUZA *et al.*, 2010b).

O conhecimento do padrão de distribuição de vespas sociais pode ser relevante para auxiliar políticas de preservação e o conhecimento da biodiversidade local e da distribuição geográfica das espécies (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). Portanto, o objetivo do presente trabalho foi investigar como o gradiente altitudinal na reserva particular do patrimônio natural (RPPN) Alto Montana influencia a riqueza e a composição de espécies de vespas sociais, bem como caracterizar a fundação e os tipos de colônias das vespas sociais que ocorrem nesse gradiente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma fazenda pertencente à RPPN Alto Montana, localizada no município de Itamonte, parte sul do estado de Minas Gerais (22°21'55" S, 44°48'32" W). A RPPN situa-se no complexo da Serra da Mantiqueira, sudeste do Brasil, tem 672 ha de mata atlântica preservada e possui um relevo altamente acidentado, com gradiente altitudinal que varia de cerca de 1.500 a 2.500 m (ARTHUR & PÊGAS, 2013) (Figura 1).



**Figura 1** – Localização geográfica da reserva particular do patrimônio natural (RPPN) Alto Montana, no município de Itamonte, estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, onde foi amostrada a comunidade de vespas sociais em diferentes cotas altimétricas.

Aproximadamente 90% da vegetação da fazenda é composta de maciço florestal de mata atlântica, com fitofisionomia caracterizada predominantemente por floresta ombrófila densa altomontana, o que explica o nome da RPPN. A outra fitofisionomia representativa da fazenda são os campos de altitude (ARTHUR & PÊGAS, 2013). O clima da região é do tipo Cwb de Köppen, tropical de altitude ou mesotérmico, com invernos secos e verões brandos chuvosos, com temperatura média anual variando de 17,4 a 19,8°C. No verão, as temperaturas médias são inferiores a 22°C (ARTHUR & PÊGAS, 2013). Em relação à pluviosidade, os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro, e a estação seca estende-se de maio a setembro, sendo os meses de junho e julho os mais secos e também quando se registram as temperaturas médias mais baixas, em torno de 16,5°C. A média histórica da precipitação anual é de 1.749 mm (ARTHUR & PÊGAS, 2013).

Os dados foram coletados no período de 11 a 18 de outubro de 2015. Foram determinados nove pontos amostrais, distando 100 m um do outro, em uma estrada que percorre a RPPN e culmina em seu ponto mais elevado. O primeiro ponto amostral foi marcado em 1.335 m de altitude, de forma que o nono e mais elevado ponto amostral foi definido a 2.135 m.

O método de coleta ativa constituiu em capturar indivíduos que estavam forrageando e/ou sobrevoando a vegetação por meio de busca ativa com rede entomológica (SOUZA & PREZOTO, 2006), coleta por armadilhas com iscas atrativas (SOUZA *et al.*, 2015a) e também registro de suas colônias, visando verificar nidificação em um ponto e deslocamento para faixas de altitude mais altas e baixas.

Em cada ponto amostral, os observadores permaneceram por duas horas, em dias alternados, totalizando 18 horas de esforço amostral. Já na coleta passiva, em cada ponto amostral foram utilizadas quatro garrafas PET contendo, em cada uma delas, iscas distintas: suco de maracujá, abacaxi ou goiaba e sardinha (SOUZA & PREZOTO, 2006). Usaram-se 36 armadilhas, que permaneceram em campo por um período de 72 horas contínuas, totalizando 2.592 horas de esforço amostral.

Foram realizadas a triagem e a montagem dos espécimes, e o material resultante foi depositado na coleção de vespas sociais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, *Campus* Inconfidentes, Minas Gerais. As identificações ocorreram mediante as chaves de identificação de gêneros e espécies (CARPENTER & MARQUES, 2001; PICKETT & WENZEL, 2007) e com o auxílio de Orlando Tobias Silveira, do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará.

Para verificar o efeito do gradiente altitudinal na riqueza de espécies, utilizou-se o teste de correlação linear de Pearson, com  $\alpha < 0,05$ , conduzido no programa BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007).

## RESULTADOS

Foram registradas 11 espécies de vespas sociais, distribuídas em sete gêneros (Tabela 1). O ponto amostral 1 (1.335 m) apresentou a maior riqueza de espécies ( $n = 10$ ), representando 90,9% do total de espécies. A riqueza amostrada diminuiu de acordo com o aumento da altitude, sendo registradas quatro espécies (36,36%) no ponto amostral 2 (1.435 m), três espécies (27,27%) nos pontos amostrais 3 (1.535 m), 4 (1.635 m), 5 (1.735 m) e 6 (1.835 m), duas espécies (18,18%) nos pontos 7 (1.935 m) e 9 (2.135 m) e uma espécie (9,09%) no ponto amostral 8 (2.035 m) (Tabela 1).

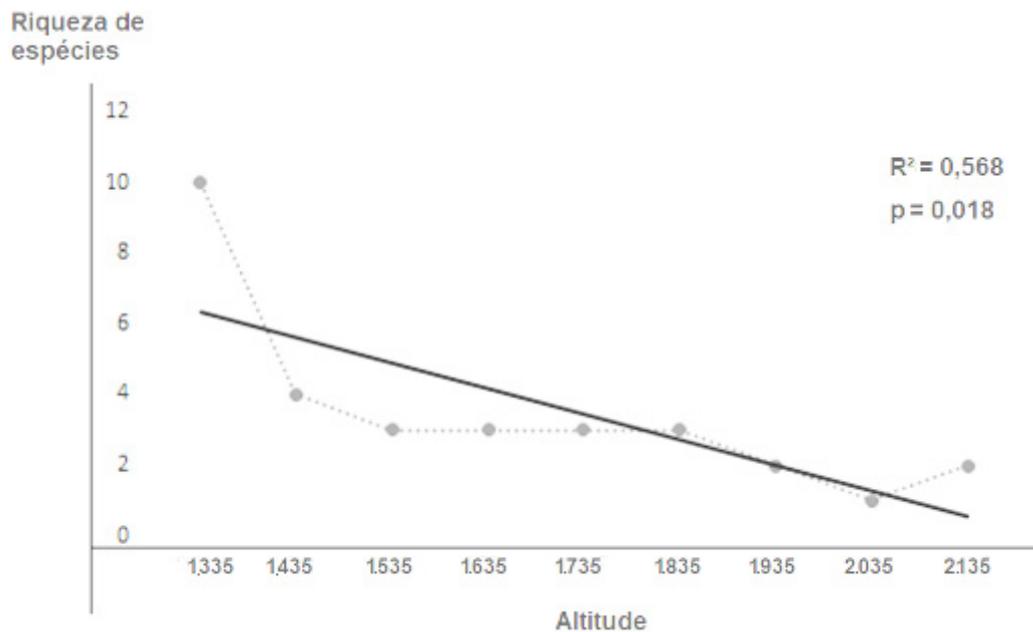
A espécie *Polybia punctata* du Buysson, 1907, destacou-se por estar presente em 78% dos pontos; *Polybia fastidiosuscula* Saussure, 1854, esteve presente em 66% dos pontos, particularmente nas altitudes mais elevadas; e *Agelaia multipicta* (Haliday, 1836) foi registrada em 66% dos pontos altitudinais. Essas três espécies foram as únicas presentes no ponto 6 (1.835 m) em diante (Tabela 1).

**Tabela 1** – Espécies de vespas sociais registradas em diferentes pontos altitudinais.

Espécie	Pontos de coleta										
	Fundação por enxameamento	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PR
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	-	1	1	1	1	0	1	1	0	0	6
<i>Agelaia vicina</i> (Saussure, 1854)	-	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Apoica gelida</i> (Van Der Vecht, 1973)	-	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Polybia fastidiosuscula</i> (Saussure, 1854)	+	1	1	0	0	1	0	1	1	1	6
<i>Polybia punctata</i> (du Buysson, 1907)	+	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7
<i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)	+	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Protopolybia sedula</i> (Saussure, 1854)	+	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Synoeca cyanea</i> (Fabricius, 1775)	+	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Fundação independente											
<i>Mischocyttarus</i> sp.	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mischocyttarus socialis</i> (Zikán, 1949)	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Polistes cinerascens</i> (Saussure, 1854)	-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Riqueza total		10	4	3	3	3	3	2	1	2	
Altitude (m)		1.335	1.435	1.535	1.635	1.735	1.835	1.935	2.015	2.135	

1: presença da espécie no ponto amostral; 0: ausência da espécie no ponto amostral; +: presença de invólucro protetor na colônia; -: ausência de invólucro protetor na colônia; PA: ponto amostral; PR: ponto de registro.

O teste de correlação linear de Pearson mostrou-se significativo ( $p = 0,018$ ) e apresentou correlação negativa ( $r = -0,753$ ) entre riqueza de espécies e altitude (Figura 1).



**Figura 1** – Correlação linear entre riqueza de espécies de vespas sociais e altitude (m):  $p = 0,018$  e  $r = -0,753$ .

## DISCUSSÃO

Os dados encontrados no presente trabalho corroboram o padrão geral descrito para outros grupos de insetos, que correlaciona a diminuição na riqueza das espécies com o aumento na altitude (JANZEN, 1973; FERNANDES *et al.*, 2016), assim como para vespas sociais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2015b).

O maior valor de riqueza de vespas sociais nos primeiros pontos (cotas altimétricas mais baixas) ocorreu, provavelmente, em função de características ambientais mais favoráveis, possibilitando maior quantidade de recursos alimentares e de sítios de nidificação e condições climáticas favoráveis, tais como temperatura (RAVERET-RICHTER, 2000; ELPINO-CAMPOS *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2014).

A restrição de espécies em altitudes elevadas pode estar ligada ao aumento de severidade climática, à diminuição de área, a recursos e produtividade primária e até ao isolamento geográfico (LAWTON *et al.*, 1987). Outra justificativa pode estar relacionada com ausência ou diminuição de aspectos morfofisiológicos adaptativos dos organismos a locais com maiores altitudes (JANZEN, 1973). No caso das vespas sociais, seu voo geralmente exige que a temperatura corporal seja maior que a do ambiente (HOZUMI *et al.*, 2010). Por esse motivo, essa atividade pode ser prejudicada em altitudes mais elevadas, em que a temperatura é mais baixa. Além disso, seu pequeno tamanho corporal torna tais espécies sensíveis às variações climáticas (DEUTSCH *et al.*, 2008).

A ocorrência de *P. punctata* e *P. fastidiosuscula* nos pontos mais altos do gradiente pode ser explicada pela combinação de dois fatores. Primeiramente, pela arquitetura de suas colônias, que apresentam invólucro protetor, o qual pode auxiliar na manutenção da temperatura adequada ao desenvolvimento da colônia e dos indivíduos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). Esse padrão foi observado para essas duas espécies em cotas altimétricas similares no Parque Estadual da Serra do Papagaio (SOUZA *et al.*, 2015b). Em segundo lugar, pode-se citar a fundação de novas colônias por enxameamento, com a vantagem de permitir a formação de ninhos com milhares de indivíduos, o que também confere maior proteção à rainha, diminuindo, assim, as chances de mortalidade (SOUZA *et al.*, 2015b).

Esses dois aspectos podem ser a justificativa da ocorrência de *A. multipicta* que foi verificada até a altitude de 1.935 m e não apresenta invólucro protetor em seu ninho, mas que funda suas colônias em cavidades naturais, como ocos de árvores e termiteiros, o que seria um atenuante às condições abióticas mais severas (SOUZA et al., 2015b). Outras espécies de *Agelaia* já foram relatadas em altitudes entre 1.200 e 2.200 m (SOUZA et al., 2010a; RIBEIRO et al., 2019), sustentando essa justificativa. Soma-se a isso o fato de as colônias terem grande número de indivíduos, o que pode auxiliar no controle interno de temperatura do ninho e no forrageio (TSUYAMA, 2015).

Algumas espécies são comuns em muitas das diferentes altitudes ou restritas a determinada cota, o que pode estar associado ao fato de certas espécies de vespas sociais serem euriécias, apresentando ampla valência ecológica, podendo variar seus hábitos de nidificação em função das condições ambientais e dos substratos de nidificação disponíveis (SANTOS et al., 2007). Outras espécies são consideradas estenoécias, exibindo limites restritos de valência ecológica, ocorrendo apenas em locais com condições específicas, como temperatura, umidade, substratos para nidificação, alimentação, grau de fragmentação e estágio de conservação do ambiente (MARQUES & CARVALHO, 1993; SANTOS et al., 2007; SOUZA et al., 2010b; SOUZA et al., 2014; BUENO et al., 2019).

Os resultados encontrados no presente trabalho confirmaram que a altitude exerce influência na distribuição das espécies de vespas sociais; em maiores elevações, somente espécies mais tolerantes às mudanças ambientais foram registradas. Destaca-se que a conservação dos estratos altitudinais da RPPN Alto Montana é indispensável para a manutenção da riqueza e da diversidade desses insetos e que existe a necessidade de estudos de longo prazo nesse local para corroborar os resultados aqui obtidos que remetem à distribuição das espécies nos gradientes de altitude.

## REFERÊNCIAS

- Albuquerque, C. H. B. de, Souza, M. M. & Clemente, M. A. Comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes gradientes altitudinais no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Biotemas*. 2015; 28(4): 131-138.  
doi: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n4p131>
- Arthur, E. B. & Pêgas, P. L. L. Plano de manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Alto Montana. Itamonte: Instituto Alto Montana da Serra Fina; 2013. 93 p.
- Ayres, M., Ayres Jr., M., Ayres, D. L. & Santos, A. A. S. *Bioestat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém: IDSM; 2007. 364 p.
- Bueno, E. T., Souza, M. M. & Clemente, M. A. The effect of forest fragmentation on Polistinae. *Sociobiology*. 2019; 66(3): 508-514.  
doi: <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v66i3.4378>
- Carpenter, J. M. & Andena, S. R. *The vespidae of Brazil*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia; 2013. 42 p.
- Carpenter, J. M. & Marques, O. M. *Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil*. Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia, Departamento de Fitotecnia; 2001. 147 p. (Série Publicações Digitais, 3).
- Clemente, M. A., Lange, D., Dáttilo, W., Del-Claro, K. & Prezoto, F. Social wasp-flower visiting guild in less structurally complex habitats are more susceptible to local extinction. *Sociobiology*. 2013; 60(3): 337-344.  
doi: <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v60i3.337-344>
- Clemente, M. A., Lange, D., Del-Claro, K., Prezoto, F., Campos, N. R. & Barbosa, B. C. Flower-visiting social wasps and plants interaction: network pattern and environmental complexity. *Psyche*. 2012; 1-10.  
doi: <https://doi.org/10.1155/2012/478431>

- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Huey, R. B., Sheldon, K. S., Ghalambor, C. K., Haak, D. C. & Martin, P. R. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2008; 105(18): 6668-6672.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0709472105>
- Elisei, T., Nunez, J. V. E., Ribeiro Júnior, C., Fernandes Júnior, A. J. & Prezoto, F. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores de eucalipto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2010; 45(5): 958-964.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2010000900004>
- Elpino-Campos, A., Del-Claro, K. & Prezoto, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in the Cerrados of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. *Neotropical Entomology*. 2007; 36(5): 685-692.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2007000500008>
- Fernandes, G. W., Almeida, H. A., Nunes, C. A., Xavier, J. H. A., Cobb, N. S., Carneiro, M. A. A., Cornelissen, T., Neves, F. S., Ribeiro, S. P., Nunes, Y. R. F., Pires, A. C. V. & Beirão, M. V. Cerrado to rupestrian grasslands: patterns of species distribution and the forces shaping them along an altitudinal gradient. In: Fernandes, G. W. *Ecology and conservation of mountain top grasslands in Brazil*. São Paulo: Springer; 2016. p. 345-377.  
doi: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-29808-5\\_15](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-29808-5_15)
- Grytnes, J. A. & McCain, C. M. Elevation altrends in biodiversity. In: Levin, S. *Encyclopedia of biodiversity*. Amsterdã: Elsevier; 2007. p. 1-8.  
doi: [http://dx.doi.org/10.1016/B0122-2686\(52\)00503-4](http://dx.doi.org/10.1016/B0122-2686(52)00503-4)
- Henriques-Oliveira, A. L. & Nessimian, J. L. Aquatic macroinvertebrate diversity and composition in streams along an altitudinal gradient in Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*. 2010; 10(3): 115-128.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1676-06032010000300012>
- Hermes, M. G. & Köhler, A. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul state, southern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 2006; 50(2): 268-274.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262006000200008>
- Hozumi, S., Mateus, S., Kudô, K., Kuwahara, T., Yamane, S. & Zucchi, R. Nest thermoregulation in *Polybia scutellaris* (White) (Hymenoptera: Vespidae). *Neotropical Entomology*. 2010; 39(5): 826-828.  
doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000500024>
- Instituto Florestal. Inventário florestal da cobertura vegetal nativa do Estado de São Paulo. São Paulo: Governo de São Paulo; 2009. 60 p.
- Jacques, G. C., Oliveira, D. C., Souza, M. M. & Silveira, L. C. P. The use of *Polistes versicolor* (Olivier, 1971) in the control of *Ascia monusteorseis* (Godart, 1819) in kale cultivation. *Agrogeoambiental*. 2019; 11(4): 96-106.  
doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v11n420191395>
- Janzen, D. H. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevations, time of day, and insularity. *Ecology*. 1973; 54(3): 687-708.
- Kumar, A., Longino, J. T., Colwell, R. K. & O'Donnell, S. Elevational patterns of diversity and abundance of eusocial paper wasps (Vespidae) in Costa Rica. *Biotropica*. 2009; 41: 338-346.
- Lawton, J. H., MacGarvin, M. & Heads, P. A. Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken. *Journal of Animal Ecology*. 1987; 56(1): 147-160.
- Lopes, R. B. & Menezes, R. S. T. *Synoeca ilheensis* sp. nov., a new social wasp (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) from Brazilian lowland Atlantic Forest. *Zootaxa*. 2017; 4300(3): 445-450.  
doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4300.3.8>
- Marques, O. M. & Carvalho, C. A. L. Hábitos de nidificação de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) no município de Cruz das Almas, Estado da Bahia. *Insecta*. 1993; 2(2): 23-40.
- Oliveira, M. M., Gomes, F. B., Somavilla, A. & Krug, C. *Polistes canadensis* (Linnaeus, 1758) (Vespidae: Polistinae) in the western Amazon: a potential biological control agent. *Sociobiology*. 2017; 64(4): 477-483.

- Picanço, M. C., Oliveira, I. R., Rosado, J. F. & Silva, R. S. Natural biological control of *Ascia monuste* by the social wasp *Polybia ignobilis* (Hymenoptera: Vespidae). *Sociobiology*. 2010; 56(1): 67-76.  
doi: <https://doi.org/10.1590/S0301-80591998000100011>
- Pickett, K. M. & Wenzel, J. W. Revision and cladistic analysis of the nocturnal social wasp genus, *Apoica* Lepelletier (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae, Epiponini). *American Museum Novitates*. 2007; 3562: 1-30.
- Prezoto, F. & Braga, N. Predation of *Zaprinus indianus* (Diptera: Drosophilidae) by the social wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae). *Florida Entomologist*. 2013; 96(2): 670-672.
- Prezoto, F., Maciel, T. T., Detoni, M., Mayorquin, A. Z. & Barbosa, B. C. Pest control potential of social wasps in small farms and urban gardens. *Insects*. 2019; 10: 192.  
doi: <https://doi.org/10.3390/insects10070192>
- Quirino, Z. G. M. & Machado, I. C. Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum* Loefl. (Combretaceae). *Revista Brasileira de Botânica*. 2001; 24(2): 181-193.
- Raveret-Richter, M. Social wasp (Hymenoptera:Vespidae) foraging behavior source. *Annual Review of Entomology*. 2000; 45: 121-150.
- Ribeiro, D. G., Silvestre, R. & Garcete-Barrett, B. R. Diversity of wasps (Hymenoptera: Aculeata: Vespidae) along an altitudinal gradient of Atlantic Forest in Itatiaia National Park, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. 2019; 63(1): 22-29.  
doi: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2018.12.005>
- Santos, G. M. D. M., Bichara Filho, C. C., Resende, J. J., Cruz, J. D. D. & Marques, O. M. Diversity and community structure of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in three ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. *Neotropical Entomology*. 2007; 36(2): 180-185.
- Scheer, M. B., Mocoichinski, A. Y. & Roderjan, C. V. Estrutura arbórea da Floresta Ombrófila Densa Altomontana de serras do Sul do Brasil. *Acta Botânica Brasílica*. 2011; 25(4): 735-750.  
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062011000400002>
- Souza, M. M. & Prezoto, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespae) in Semideciduous forest and cerrado (savanna) regions in Brazil. *Sociobiology*. 2006; 47(1): 135-147.
- Souza, M. M., Ladeira, T. E., Assis, N. R. G., Elpino-Campos, A., Carvalho, P & Louzada, J. Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no campo rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. *MG-Biota*. 2010a; 3(2): 1-30.
- Souza, M. M., Louzada, J., Serrao, J. E. & Zanuncio, J. C. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian forests in southeast Brazil. *Sociobiology*. 2010b; 56(1): 1-10.
- Souza, M. M., Perillo, L. N., Barbosa, B. C. & Prezoto, F. Use of light interception traps of Malaise type and attractive traps for social wasps record (Vespidae: Polistinae). *Sociobiology*. 2015a; 62(3): 450.  
doi: <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v62i3.708>
- Souza, M. M., Pires, E. P., Elpino-Campos, A. & 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(2): 189-196.  
doi: <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v64i1.1073>
- Souza, M. M., Silva, H. N. M., Dallo, J. B., Martins, L. D. F., Milani, L. R. & Clemente, M. A. Biodiversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) at altitudes above 1,600 meters in the Parque Estadual da Serra do Papagaio, State of Minas Gerais, Brazil. *EntomoBrasilis*. 2015b; 8(3): 174-179.  
doi: <http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v8i3.519>
- Sühs, R. B., Somavilla, A., Köhler, A. & Putzke, J. Vespídeos (Hymenoptera, Vespidae) vetores de pólen de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*. 2009; 7(2): 138-143.
- Tsuyama, P. Termofisiologia da vespa *Polybia* (Trichothorax) *ignobilis* (Haliday, 1836) (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) durante atividade de forrageamento [Trabalho de Conclusão de Curso]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2015.