



**LEONARDO DUTRA BARBOSA**

**DIVERSIDADE DE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA,  
VESPIDAE, POLISTINAE) EM ÁREAS DE TRANSIÇÃO  
ENTRE CERRADO E MATA ATLÂNTICA COM  
INFLUÊNCIAS ANTRÓPICAS**

**LAVRAS-MG  
2024**

**LEONARDO DUTRA BARBOSA**

**DIVERSIDADE DE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA, VESPIDAE,  
POLISTINAE) EM ÁREAS DE TRANSIÇÃO ENTRE CERRADO E MATA  
ATLÂNTICA COM INFLUÊNCIAS ANTRÓPICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira  
Orientador

Dr. Gabriel de Castro Jacques  
Coorientador

Dr. Marcos Magalhães de Souza  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Barbosa, Leonardo Dutra.

Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em áreas de transição entre Cerrado e Mata Atlântica com influências antrópicas. / Leonardo Dutra Barbosa. - 2024.  
45 p.

Orientador(a): Luís Cláudio Paterno Silveira.

Coorientador(a): Gabriel de Castro Jacques, Marcos Magalhães de Souza.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Composição faunística. 2. Riqueza biológica. 3. Sinantropismo. I. Silveira, Luís Cláudio Paterno. II. Jacques, Gabriel de Castro. III. de Souza, Marcos Magalhães.

**LEONARDO DUTRA BARBOSA**

**DIVERSIDADE DE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA, VESPIDAE,  
POLISTINAE) EM ÁREAS DE TRANSIÇÃO ENTRE CERRADO E MATA  
ATLÂNTICA COM INFLUÊNCIA ANTRÓPICAS**

**DIVERSITY OF SOCIAL WASPS (HYMENOPTERA, VESPIDAE, POLISTINAE) IN  
TRANSITION AREAS BETWEEN CERRADO AND ATLANTIC FOREST WITH  
ANTHROPIC INFLUENCE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 11/06/2024

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira UFLA

Prof. Dr. Alcides Moino Junior UFLA

Prof. Dr. Gustavo Augusto Lacorte IFMG Bambuí

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira  
Orientador

Dr. Gabriel de Castro Jacques  
Coorientador

Dr. Marcos Magalhães de Souza  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2024**

## **Dedicatória**

*Dedico este trabalho a todos que contribuíram  
com meu crescimento durante este mestrado,  
minha família, amigos e professores*

## **Agradecimentos**

*Agradeço a*  
*Elaine Aparecida Anacleto*  
*Reinaldo Dutra Barbosa*  
*João Pedro de Jesus Barbosa*  
*Maria Severina Anacleto*  
*Aristides João Anacleto*  
*Maria Vitória Vieira Campos*  
*Simone Geralda Resende*  
*Nerlilei Moreira*  
*Luís Cláudio Paterno Silveira*  
*Gabriel de Castro Jacques*  
*Marcos Magalhães de Souza*  
*Patrick Lopes Guaberto*  
*Marcel Gustavo Hermes*  
*Aos membros do CEUFLA*  
*FAPEMIG*  
*Prefeitura de Luminárias*

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

## RESUMO

A família Vespidae é composta por seis subfamílias, seus representantes podem exibir comportamento solitário, pré-social e eusocial. As vespas estão envolvidas em diversos serviços ecossistêmicos, como na polinização de diversas espécies vegetais, são consideradas predadoras eficientes, incluindo em sua dieta insetos prejudiciais para a agricultura, e também atuam no equilíbrio trófico dos ecossistemas. O objetivo do presente projeto foi comparar a diversidade de vespas sociais em áreas de transição entre Mata Atlântica e Cerrado sujeitas a modificações antrópicas. Foram realizadas sete coletas de três dias cada (dez dias para Cerrado e onze dias para Mata Atlântica) no decorrer de um ano. A amostragem foi realizada por meio de busca ativa. As vespas foram coletadas, armazenadas em álcool 70% e posteriormente identificadas utilizando chaves entomológicas específicas. As análises estatísticas foram feitas utilizando os índices de Riqueza (S) e Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e Berger-Parker (Dpb), além do estimador Bootstrap 1, calculados no software EstimateS® e Primer®. Estes dados foram utilizados para análises multivariadas (NMDS), e as médias foram comparadas através de modelos lineares (LM) utilizando o software RStudio®. Foram coletadas trinta e quatro espécies de vespas sociais, a tribo mais amostrada foi a Epiponini. As análises NMDS e as médias obtidas com os modelos lineares indicaram nenhuma diferença estatística entre os dois tratamentos (Mata Atlântica e Cerrado). Comparando os resultados obtidos na presente pesquisa com outros já realizados em áreas de Cerrado e Mata Atlântica obteve-se maior similaridade com trabalhos realizados em áreas modificadas por ação humana. A proximidade entre os tratamentos pode ter influenciado o resultado final, uma vez que o município de luminárias se encaixa em uma área de transição de cerrado e da mata atlântica.

**Palavras-chave:** composição faunística; riqueza biológica; sinantropismo.

## ABSTRACT

The family Vespidae is composed of six subfamilies, and its representatives can exhibit solitary, presocial, and eusocial behaviors. Wasps are involved in various ecosystem services, such as the pollination of various plant species, and they are considered efficient predators, including in their diet harmful insects to agriculture, and they also contribute to the trophic balance of ecosystems. The objective of this project was to compare the diversity of social wasps in transition areas between the Atlantic Forest and the Cerrado subject to anthropic modifications. Seven collections were carried out, each lasting three days (ten days for the Cerrado and eleven days for the Atlantic Forest over the course of a year). The sampling was conducted through active search. The wasps were collected, stored in 70% alcohol, and later identified using specific entomological keys. Statistical analyses were performed using the indices of Richness (S), Shannon-Wiener Diversity (H'), and Berger-Parker (Dpb), as well as the Bootstrap 1 estimator, calculated in the software EstimateS® and Primer®. These data were used for multivariate analyses (NMDS), and the means were compared using linear models (LM) in the software RStudio®. Thirty-four species of social wasps were collected, with the most sampled tribe being Epiponini. The NMDS analyses and the means obtained with the linear models indicated no statistical difference between the two treatments (Atlantic Forest and Cerrado). Comparing the results obtained in the present research with others already conducted in Cerrado and Atlantic Forest areas showed greater similarity with studies conducted in areas modified by human action. The proximity between the treatments may have influenced the result, as the municipality of Luminárias is in a transition area between the Cerrado and the Atlantic Forest.

**Keywords:** biological richness; faunistic composition; synanthropy.

## INDICADORES DE IMPACTO

A família Vespidae é composta por seis subfamílias, seus representantes podem exibir comportamento solitário, pré-social e eusocial. As vespas atuam na polinização de diversas espécies vegetais e são consideradas predadoras eficientes, incluindo em sua dieta insetos prejudiciais para a agricultura, e também atuam no equilíbrio trófico dos ecossistemas. Alguns estudos de levantamentos de vespas sociais já foram feitos em Mata Atlântica e Cerrado, entretanto há escassez de informação no que diz respeito à riqueza, abundância e diversidade de vespas sociais entre essas duas fitofisionomias, e que estejam em uma região não totalmente preservada, sujeita a ações antrópicas. O objetivo do presente projeto foi comparar a diversidade de vespas sociais em áreas de Mata Atlântica e Cerrado no município de Luminárias, MG. Após a listagem de espécies propostas na presente pesquisa pode-se observar que o município ao qual o trabalho foi realizado, Luminárias, é uma cidade que se beneficia do turismo, e a destruição dos ambientes preservados poderá resultar em danos socioeconômicos para a região. A forte presença de espécies sinantrópicas e a baixa incidência de espécies raras indica um ambiente degradado, e a criação de uma unidade de conservação para o município de Luminárias poderia ser benéfica para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a população local, beneficiando (5) Meio ambiente. Além disso foram publicados vídeos e fotos em redes sociais, sendo elas o YouTube e o Instagram com o objetivo de promover a (4) Educação e a (5) Cultura, esses vídeos também podem estimular o interesse de estudantes para a pesquisa e ampliar o desenvolvimento científico no Brasil.

## IMPACT INDICATORS

The family Vespidae comprises six subfamilies. Its members can exhibit solitary, primitively social, and eusocial behavior. Wasps play a role in pollinating various plant species and are considered efficient predators, including insects harmful to agriculture in their diet. They also contribute to the trophic balance of ecosystems. Some studies on social wasps have been conducted in Atlantic Forest and Cerrado, but there is a lack of information regarding the richness, abundance, and diversity of social wasps between these two vegetation types, especially in regions not fully preserved and subject to human activities. The objective of this project was to compare the diversity of social wasps in Atlantic Forest and Cerrado areas in Luminárias, MG. Upon compiling the species list from this study, it became evident that Luminárias, where the research was conducted, benefits from tourism, and destruction of preserved habitats could result in socioeconomic damage to the region. The strong presence of synanthropic species and low incidence of rare species indicate a degraded environment. Establishing a conservation unit for Luminárias could benefit the environment and, consequently, the local population, enhancing environmental education and cultural awareness through videos and photos shared on social media platforms such as YouTube and Instagram. These materials aim to promote education and culture and stimulate student interest in research, thereby fostering scientific development in Brazil.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1	Classificação das vespas sociais neotropicais .....	13
2.2	Forrageio .....	14
2.3	Nidificação .....	15
2.4	Importância ecológica .....	16
2.5	Controle biológico .....	17
2.6	Importância para a saúde .....	18
2.7	Estudos de diversidade de vespas sociais.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.1	Área de estudo.....	20
3.2	Metodologia de coleta .....	21
3.3	Análise estatística.....	22
4	Resultados.....	24
4.1	Riqueza e composição da fauna de vespas sociais.....	24
5	Discussão.....	29
5.1	Riqueza e composição da fauna de vespas sociais.....	29
5.2	Composição e similaridade da fauna de Polistinae entre Cerrado e Mata Atlântica.....	30
5.3	Composição e similaridade da fauna de Polistinae com outros trabalhos ....	30
6	CONCLUSÕES.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34

## 1 INTRODUÇÃO

A família Vespidae é um grupo monofilético da Ordem Hymenoptera, composto por seis subfamílias, cujos representantes podem exibir comportamento solitário, pré-social e eusocial (CARPENTER, 1982). As subfamílias Eumeninae, Euparagiinae e Masarinae englobam as espécies de hábito solitário, enquanto as espécies sociais pertencem às subfamílias Polistinae, Stenogastrinae e Vespinae (CARPENTER; MARQUES, 2001). Entre as três subfamílias sociais, apenas Polistinae é encontrada no Brasil, sendo composta por três tribos, Polistini, Mischoctytarini e Epiponini, representando 21 gêneros e 362 espécies (CARPENTER; MARQUES, 2001; HERMES et al., 2024).

As vespas sociais participam de diversos serviços ecossistêmicos, atuam na polinização de diversas espécies vegetais (HUNT, 1991; BRODMANN, 2008; MELLO et al., 2011), desempenhando um papel significativo na reprodução de muitas espécies de plantas (PEREIRA, 2014). A espécie de vespa *Polybia ignobilis* (Haliday, 1836), é considerada a principal polinizadora de quatro espécies simpátricas de *Oxypetalum* (Família Apocynaceae Juss) (*O. appendiculatum*, *O. banksii* subsp. *Banksii*, *O. alpinum* var. *Alpinum* e *O. pachyglossum*) no Brasil (VIEIRA; SHEPHERD, 1999).

Estes insetos também são predadores eficientes, garantindo o equilíbrio trófico dos ecossistemas (RAVERET-RICHTER, 2000), e também atuando diretamente no controle biológico, ao incluir, em sua dieta, insetos prejudiciais para a agricultura (PICANÇO et al., 2010). Em relação ao uso das vespas sociais no controle biológico, se destaca o gênero *Polistes* Latreille, 1802, pois seus representantes predam diversas pragas agrícolas, principalmente lagartas, beneficiando culturas de interesse econômico, como café (GRAVENA, 1983; JACQUES; ARAÚJO, 2020), couve (JACQUES et al., 2018a), milho (PREZOTO; MACHADO, 1999a, 1999b), algodão (KIRKTON, 1970), fumo (RABB; LAWSON, 1957; LAWSON et al., 1961) e repolho (GOULD; JEANNE, 1984).

Os benefícios gerados pelas vespas sociais ao ser humano não se limitam apenas ao controle biológico, nos últimos anos houve um crescente número de estudos utilizando o veneno de vespas para fins medicinais, como no combate a células cancerígenas, doença de Chagas, bactérias e outros microrganismos causadores de enfermidades (MENDES et al. 2004; WANG et al. 2013; LEITE et al. 2015; NEVES et al. 2016).

Algumas espécies de vespas sociais são sensíveis a mudanças ambientais, e as alterações humanas em ambientes naturais acarretam uma redução na biodiversidade (SAMWAYS, 2007), no caso das vespas, atingem principalmente suas áreas de nidificação (CARPENTER et al., 1991). A maioria dos estudos com vespas sociais se concentram em ambientes naturais, deixando lacunas em relação a ambientes antropizados, ou seja, áreas onde houve ação do homem sobre o meio ambiente, como agrossistemas ou áreas afetadas por outras atividades econômicas como turismo e mineração (JACQUES et al., 2012, 2015, 2018b).

Nas últimas duas décadas, os estudos sobre levantamento de diversidade relacionados à fauna de vespas sociais têm aumentado na região neotropical, principalmente no estado de Minas Gerais (SOUZA et al., 2020). Apesar desse crescente número, o conhecimento acerca da riqueza da fauna de vespídeos ainda é escasso (SOUZA; PREZOTO, 2006; SOUZA; ZANUNCIO, 2012; SILVA et al., 2013; BARBOSA, 2015). Alguns levantamentos faunísticos também registram a presença de espécies raras, reforçando a necessidade de mais estudos para uma melhor avaliação do tamanho e da distribuição das espécies no estado de Minas Gerais, nos diferentes biomas, e para definir o status de risco de extinção (SOUZA; ZANUNCIO, 2012).

Entre os biomas que ocorrem no estado de Minas Gerais, os mais predominantes são o Cerrado e a Mata Atlântica (IBGE, 2019). O Cerrado é a maior floresta tropical seca da América do Sul e o segundo bioma mais extenso do Brasil (RIBEIRO; WALTER, 1998). Porém, vem sofrendo diversas alterações antrópicas que podem aumentar ou diminuir o fluxo de fauna dependendo do grau de perturbação e das espécies afetadas (RUGGIERO et al., 2002). A Mata Atlântica consiste em um conjunto de formações florestais e ecossistemas associados (SCHÄFFER; PROCHNOW, 2002). Corresponde a 15% do território brasileiro, porém foi drasticamente reduzida devido à exploração intensiva de seus recursos naturais (CASTRO et al., 2015)

Alguns estudos de levantamentos de vespas sociais já foram feitos em Mata Atlântica (PEREIRA; ANTONIALLI-JUNIOR 2011; SOUZA et al., 2010; SILVEIRA et al., 2008; SOUZA et al., 2008; CLEMENTE, 2009; HENRIQUE-SIMÕES et al., 2011; LOCHER et al., 2014) e Cerrado (SILVA-PEREIRA; SANTOS, 2006; PREZOTO; CLEMENTE, 2010), entretanto há escassez de informação no que diz respeito à riqueza, abundância e diversidade de vespas sociais entre essas duas fitofisionomias, e que estejam em uma região não totalmente preservada, sujeita a ações antrópicas.

Reconhecendo os papéis ecológicos e econômicos das vespas sociais, se torna evidente a importância da elaboração de inventários faunísticos desses insetos, pois esses estudos atuam como ferramentas para embasar e caracterizar trabalhos sobre biologia, ecologia, taxonomia integrativa e biogeografia (PREZOTO et al., 2016). O objetivo principal dessa pesquisa foi coletar e identificar as vespas sociais presentes em uma área de transição entre Cerrado e Mata Atlântica com influências antrópicas. Além disso foi comparada a riqueza e diversidade entre as áreas de estudo e elaborado um inventário de vespas para a região de estudo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Classificação das vespas sociais neotropicais

As vespas sociais são insetos pertencentes a ordem Hymenoptera e estão inseridas na família Vespidae, compõem um grupo diversificado de seis subfamílias monofiléticas, podendo apresentar hábitos solitário ou social. As vespas solitárias, subfamílias Eumeninae, Euparagiinae e Masarinae (CARPENTER; MARQUES, 2001), são representadas por espécies parasitoides e predadoras de invertebrados, geralmente nidificam sobre solos e podem utilizar madeira e cavidades preexistentes para construir seus ninhos (O'NEILL, 2001). Já as vespas sociais, subfamílias Polistinae, Stenogastrinae e Vespinae (CARPENTER; MARQUES, 2001), caracterizam por se agruparem em colônias, atuando no equilíbrio trófico das comunidades (PREZOTO et al., 2007; PREZOTO et al., 2008). Os indivíduos das colônias podem ser divididos em duas castas: rainha e operárias, podendo apresentar uma ou mais rainhas (SILVA, 2011). Na região neotropical, ocorrem apenas Eumeninae, Masarinae e Polistinae (CARPENTER; MARQUES, 2001; CARPENTER, 2004), sendo a subfamília Polistinae a única com hábitos sociais (RICHARDS, 1978; CARPENTER, 1991).

As vespas da subfamília Polistinae constroem seus ninhos com material vegetal misturado com água e saliva, adquirindo uma aparência semelhante ao papel. O estabelecimento das colônias pode ocorrer de duas formas: (1) fundação independente, conduzida por uma única fêmea, ocasionalmente acompanhada por algumas operárias, pertencentes às tribos Polistini e Mischocyttarini; ou (2) fundação por enxameamento, originada por um enxame contendo múltiplas rainhas e um grande número de operárias (JEANE 1972; JEANE, 1980), pertencente à tribo Epiponini (CARPENTER, 1991).

A tribo Polistini é constituída por um único gênero, *Polistes* Latreille, 1802, o mesmo ocorre com a tribo Mischocyttarini formada pelo gênero *Mischocyttarus* Saussure, 1853. A tribo Epiponini engloba os demais gêneros, dentre esses, estão inseridos na região neotropical: *Agelaia* Lepeletier, 1836; *Angiopolybia* Araujo, 1946; *Apoica* Lepeletier; *Asteloeca* Raue, 1985; *Brachygastra* Perty, 1833; *Chartergellus* Bequaert, 1938; *Charterginus* Fox, 1898; *Chartergus* Lepeletier; *Clypearia* Saussure, 1854; *Epipona* Latreille, 1802; *Leipomeles* Mobius, 1856; *Metapolybia* Ducke, 1905; *Nectarinella* Bequaert, 1938; *Parachartergus* Ihering, 1904; *Polybia*

Lepeletier,1836; *Protonectarina* Ducke,1910; *Protopolybia* Ducke,1905; *Pseudopolybia* Saussure,1863 e *Synoeca* Saussure, 1852.

## 2.2 Forrageio

Dentre as funções a serem realizadas pelas vespas sociais para a sustentação da colônia, a atividade forrageadora, que consiste na saída do ninho para a coleta de recursos, é um aspecto crucial para a compreensão da evolução da socialidade (SILVA; NODA, 2002). A execução dessa atividade pode ser limitada por alguns fatores físicos como intensidade luminosa, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento (SPRADBERY, 1973), o aumento de temperatura ocasiona o aumento da atividade de forrageio, enquanto o aumento da umidade do ar causa uma reação inversa (GIANNOTTI et al., 1995; ANDRADE; PREZOTO, 2001; RESENDE et al., 2001; MONTAGNA et al., 2009).

Dentre os recursos coletados pelas vespas sociais durante o forrageio estão os carboidratos, provenientes do néctar de flores, nectários extraflorais e de exsudatos de hemípteros trofobiontes, que são utilizados para alimentação de adultos (DEJEAN; TURILLAZZI, 1992). Já os recursos proteicos são oriundos da captura de presas e servem de alimento principalmente para as larvas (DEJEAN; TURILLAZZI 1992; ELISEI et al., 2010). As fibras vegetais são coletadas para a construção dos seus ninhos, e a água, para ser utilizada no arrefecimento destes (WENZEL, 1998; CLEMENTE et al., 2012; BARBOSA et al., 2014).

Para encontrar estes recursos, as vespas utilizam majoritariamente pistas visuais, mas também podem ser guiadas por pistas olfatórias (RAVERENT-RICHTER; JEANNE, 1985; SARAIVA, et al., 2017). O comportamento de forrageio também está relacionado com o processo de memorização (DETONI; PREZOTO, 2021). Após a emergência das pupas, as jovens operárias realizam tarefas no ninho, como cuidado parental e manutenção das estruturas do ninho, e ao alcançarem a maturidade se preparam para o forrageio, inicialmente realizando voos curtos ao redor do ninho para memorizar o ambiente circundante, gradualmente ampliando o raio de forrageio (STRADBERY, 1973). O alcance do forrageio é variado de acordo com as espécies podendo abranger distâncias de 75 a 300 metros (DETONI; PREZOTO, 2021).

## 2.3 Nidificação

O comportamento das vespas sociais pode ser refletido diretamente nas estratégias adotadas na construção dos ninhos, tais como arquitetura e materiais usados (WENZEL, 1998). Os ninhos são muito diversos e compostos por células e envelopes protetores, podendo conter apenas um pente com uma dúzia de células de cria ou várias camadas de favos de cria sobrepostos e envoltos por uma camada protetora (DETONI & PREZOTO, 2021). Os ninhos também são excelentes ferramentas para identificar espécies de vespas sociais, sendo que diversas pesquisas propõem chaves e materiais para reconhecimento das espécies (WENZEL, 1998; ARAB et al., 2003; NASCIMENTO et al., 2008; PREZOTO; CLEMENTE, 2010; SOUZA; ZANUNCIO, 2012; SOMAVILLA et al., 2012).

Durante as últimas décadas foram propostas diversas formas de classificação para ninhos de vespas sociais neotropicais, sendo o modelo mais aceito inicialmente elaborado por Saussure (1853-1858) e posteriormente revisado por Richards & Richards (1951). Esse modelo de classificação separa os ninhos em três grupos principais: (1) Ninhos *Stelocytтарus*; (2) Ninhos *Astelocytтарus* e (3) Ninhos *Fragmocytтарus*.

Os ninhos do tipo (1) *Stelocytтарus* são conectados ao substrato por um pedicelo ou pilar, podem ser formados por um ou mais combos conectados por pedúnculos, são divididos em dois subtipos: *Gymnodormous*, com um combo sem envelope protetor, representados nos gêneros *Mischocytтарus*, *Polistes* e algumas espécies de *Agelaia*; e o subtipo *Calyptodomous*, com envelope protetor envolvendo os combos, presente em *Angiopolybia*, *Charterginus*, *Leipomeles*, *Parachartergus*, *Pseudopolybia* e em algumas espécies de *Agelaia* e *Protopolybia*. Os ninhos (2) *Astelocytтарus* apresentam um combo preso diretamente ao substrato, protegido por um envelope em forma de domo, encontrado em *Asteloeca*, *Clypearia*, *Nectarinella* e *Synoeca*. Por fim, os ninhos (3) *Fragmocytтарus* são compostos por um combo conectado diretamente ao substrato com um envelope protetor, e camadas adicionais são construídas sobre os combos mais antigos, podendo ser observado em *Brachygastra*, *Epipona*, *Chartergus*, *Polybia* e *Protonectarina*.

As estratégias para fundação das colônias dividem as vespas sociais em dois grandes grupos: fundação independente ou fundação por enxameamento (JEANNE, 1972; JEANNE, 1980). As vespas sociais de fundação independente formam grupos com menos indivíduos se comparadas às de fundação por enxameamento, com um número máximo próximo a 100 vespas

por colônia (CARPENTER; MARQUES, 2001; JEANNE, 2003), e seus ninhos são do tipo *Stelocytatarus Gymnodormous*, com uma célula presa por um pedúnculo resistente ao substrato (SAUSSURE, 1853;1858; RICHARDS; RICHARDS, 1951). Outra característica marcante está no comportamento hierárquico das colônias, geralmente fundadas por uma rainha com ovários mais desenvolvidos, que será a única fêmea com função reprodutora e poderá utilizar dominação física para assegurar esse status (CARPENTER; MARQUES, 2001). Pertencentes a essa categoria estão as vespas das tribos Polistini e Mischocyttarini (SILVEIRA et al., 2021).

Com um comportamento social mais complexo e sofisticado encontram-se as vespas que adotam a estratégia de fundação por enxameamento, demonstrando um alto nível de organização social (JEANNE, 2021). Suas colônias podem abrigar centenas a milhares de indivíduos (ZUCCHI et al., 1995; OLIVEIRA, 2008), e são iniciadas por um enxame de fêmeas operarias e diversas rainhas (JEANNE, 2003). Essa categoria inclui as vespas da tribo Epiponini (SILVEIRA et al., 2021).

## 2.4 Importância ecológica

As vespas sociais desempenham serviços ecossistêmicos de grande importância aos ecossistemas aos quais estão inseridas, entre eles está o papel desempenhado por elas na polinização de diversas espécies de plantas, contribuindo significativamente para a reprodução de muitas delas (PEREIRA, 2014). Um exemplo é a espécie de vespa *Polybia ignobilis* (Haliday, 1836), que é a principal polinizadora de quatro espécies simpátricas de *Oxypetalum* (*O. appendiculatum*, *O. banksii* subsp. *banksii*, *O. alpinum* var. *Alpinum* e *O. pachyglossum*) no Brasil (VIEIRA; SHEPHERD, 1999). Além disso, esses insetos desempenham um papel importante como predadores, contribuindo para o equilíbrio trófico dos ecossistemas (RAVERET-RICHTER, 2000).

As vespas sociais possuem relações tróficas positivas e negativas com outros animais (DEL CLARO, TOREZAN-SLILINGARDI, 2012). Pássaros da família Tyrannidae são agressivos defendendo seus territórios, já foram registradas onze espécies de vespas sociais nidificando próximo a ninhos dessas aves, possivelmente se beneficiando do comportamento territorialista (MENEZES et al., 2014). Também há registros de proximidades de colônias de vespas com formigas da espécie *Azteca chartifex* Forel, 1896 (SOMAVILLA et al., 2013). Os

ninhos abandonados de vespas podem ser utilizados por aves e outros artrópodes (BARBOSA et al., 2021).

## 2.5 Controle biológico

O crescimento expressivo de áreas cultiváveis no Brasil tem levado os agricultores a recorrerem frequentemente ao controle químico para garantir uma maior produtividade das plantações (SILVA; BRITO, 2015). O uso excessivo do controle químico pode acarretar em danos ao meio ambiente e à saúde humana, além de nem sempre garantir resultados satisfatórios (LEITE et al., 2006). Diante do aumento dos danos ambientais e populações de pragas cada vez mais resistentes aos defensivos químicos, os agricultores estão buscando métodos alternativos de controle (FERNANDES; CARNEIRO, 2006). Dentre estes, está o controle biológico, que consiste em um fenômeno natural pela regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem pelos agentes de mortalidade biótica (PARRA et al., 2002), como as vespas sociais.

As vespas são oportunistas na busca pelo alimento, pois, para reduzirem os esforços da busca, elas retornam a lugares já conhecidos e que oferecem uma rica quantidade de suprimentos e recursos (PREZOTO et al., 2008; ELISEI et al., 2010). Essa característica e também o comportamento de captura de presas, sobretudo lagartas, tornam certas espécies agentes de controle biológico (PREZOTO et al., 2008; ELISEI et al., 2010; JACQUES et al., 2018a).

Dentre as vespas sociais, o gênero *Polistes* destaca-se como um importante agente de controle biológico, pois são excelentes predadoras de pragas agrícolas, principalmente de larvas de Lepidoptera (PREZOTO et al., 2006; ELISEI et al., 2010; SOUZA et al., 2013). O uso de vespas sociais como ferramenta no controle biológico já foi elucidado por diferentes autores (PREZOTO et al., 2006; ELISEI et al., 2010) nas mais diversas culturas, como no milho (PREZOTO; MACHADO, 1999a, 1999b), algodão (KIRKTON, 1970), fumo (RABB; LAWSON, 1957; LAWSON et al., 1961), repolho (GOULD; JEANNE, 1984), café (GRAVENA, 1983; JACQUES; ARAÚJO, 2020) e couve (JACQUES et al., 2018a).

## 2.6 Importância para a saúde

Os benefícios proporcionados pelas vespas sociais ao ser humano vão além do controle biológico. Nos últimos anos vem ocorrendo um aumento de estudos que exploram o potencial do veneno das vespas sociais para aplicações na medicina, como no combate a células cancerígenas, doença de Chagas, bactérias e outros microrganismos causadores de enfermidades (MENDES et al., 2004; WANG et al., 2013; LEITE et al., 2015; NEVES et al., 2016).

## 2.7 Estudos de diversidade de vespas sociais

Distúrbios causados por seres humanos em ambientes naturais são os principais fatores que agem para reduzir a biodiversidade (SAMWAYS, 2007), e, no caso de vespas sociais, esses impactos atingem principalmente os locais de nidificação desses insetos (CARPENTER et al., 1991). Alguns trabalhos sobre vespas sociais registraram espécies raras, reforçando a necessidade de estudos para avaliar melhor o tamanho e a distribuição das espécies no estado de Minas Gerais e definir o *status* de risco de extinção (SOUZA; ZANUNCIO, 2012).

Muitas espécies desses insetos sociais adaptam-se melhor em ambientes antropizados, porém outras não toleram alterações bióticas e abióticas, as quais podem fragilizar suas populações, provocando baixa variabilidade genética e aumentando os riscos de extinção (SOUZA; ZANUNCIO, 2012). Sendo assim, muitas espécies de vespas podem estar entrando em extinção antes de conhecermos a biologia básica destes insetos e sua importância para o homem.

Com a expansão da agricultura e o aumento das cidades, os ambientes naturais se encontram cada vez mais modificados, destacando a relevância do estudo da biodiversidade nessas áreas. Pesquisas realizadas por Jacques et al. (2015) e Jacques et al. (2018b) confirmam que um ambiente bem diversificado, mesmo antropizado, contém uma grande riqueza de espécies de vespas sociais. Além disso, a manutenção de fragmentos florestais e de ecossistemas agrícolas diversificados em um ambiente rural influencia positivamente na riqueza e nidificação das vespas sociais (MILANI et al., 2020). Por fim, o levantamento e a identificação das vespas sociais, principalmente em ambientes predominantemente agrícolas,

compõem a primeira etapa para identificar as espécies ideais para serem utilizadas em programas de controle biológico de pragas (PREZOTO et al., 2006).

Foram realizados diversos estudos de diversidades de vespas sociais no Cerrado (ELPINO-CAMPOS et al., 2007; SIMÕES et al., 2012; JACQUES et al., 2018; VICENTE et al., 2020; BARBOSA et al., 2022; COELHO et al., 2022; FRANCISCO et al., 2023) e na Mata Atlântica em Minas Gerais (SOUZA; PREZOTO, 2006; AUAD et al., 2010; PREZOTO; CLEMENTE, 2010; SOUZA et al., 2010; DE SOUZA et al., 2012; SOUZA et al., 2012; JACQUES et al., 2012; CLEMENTE et al., 2013; ALBUQUERQUE et al., 2015; FREITAS et al., 2015; SOUZA et al., 2015a; SOUZA et al., 2015b; BARBOSA et al., 2016b;).

Embora o estado de Minas Gerais apresente um número expressivo de inventários, ainda há escassez de informação no que diz respeito à riqueza, abundância e diversidade de vespas sociais entre esses dois biomas e que estejam em uma região não totalmente preservada, sujeita a ações antrópicas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado em uma área de transição entre a Mata Atlântica e Cerrado no município de Luminárias, Minas Gerais (21° 31'S, 44° 52'W, altitude média de 957m). Há diferentes fitofisionomias de domínio de Mata Atlântica, que inclui Floresta Estacional Semidecidual Montana, Campo de altitude e Floresta Ripária; já no domínio de Cerrado, inclui Campo Cerrado e Campo sujo; além de Campo Rupestre, (OLIVEIRA-FILHO, 2006). O clima se enquadra no tipo Cwa, subtropical com invernos secos e verões chuvosos, com precipitação anual de 1.594 mm, enquanto a temperatura média anual equivale a 17,8°C (KÖPPEN, 1923).

A região é caracterizada por apresentar cachoeiras, cavernas de quartzito e rios com corredeiras. No município de Luminárias ocorrem diversos eventos esportivos e turísticos tais como: espeleoturismo, boia cross, corrida de montanha, rapel, trilha, escalada, enduro, entre outras. Também há uma forte presença de mineradoras que ocasionam mudanças significativas da paisagem, destruindo os biomas nativos da região (LUMINÁRIAS, 2013).

Foram estabelecidos dois tratamentos: Cerrado e Mata Atlântica, os quais foram subdivididos em quatro áreas principais. Devido à proximidade entre cerrado e mata atlântica foi considerado a predominância de cada bioma por área de estudo. Dessa forma, duas áreas foram identificadas com predominância de Cerrado (Área 1 e 3) enquanto as outras duas foram caracterizadas pela predominância de Mata Atlântica (Área 2 e 4) (Figura 1).

Também foram realizadas coletas fora das áreas principais levando em conta a predominância do bioma do local. Foram realizadas 11 repetições de tempo, equivalente a 11 dias (8 horas) de coleta para mata atlântica e 10 repetições, 10 dias de coleta para cerrado.

Figura 1 – Imagem de satélite representando as quatro principais áreas de coleta. Áreas de Cerrado (1 e 3) e Mata Atlântica (2 e 4) onde foram realizadas as coletas em Luminárias/MG.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro®2020.

### 3.2 Metodologia de coleta

Foram realizados 21 dias de esforço amostral, entre os meses de maio de 2023 e março de 2024, com buscas ativas, que foram realizadas no período das 9h às 14h, com redes entomológicas, realizadas em trilhas preexistentes, afloramentos rochosos, mata ciliar, bordas e interior de floresta, em áreas de campo e em plantas floridas, por cinco pesquisadores, no total de 105 horas de esforço amostral por pesquisador.

As vespas foram coletadas, armazenadas em álcool 70% e posteriormente identificadas com chaves entomológicas (RICHARDS, 1978; CARPENTER, 2004; SOMAVILLA et al., 2021) e as espécies foram confirmadas pelos pesquisadores Prof. Dr. Marcos Magalhães de Souza, do Instituto Federal do Sul de Minas, *Campus Inconfidentes* e Dr. Orlando Tobias da Silveira, do Museu Emílio Goeldi, Belém, Pará

### 3.3 Análise estatística

Foram determinados os Índices de Abundância ( $n$ ), Riqueza de espécies ( $S$ ) e Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ). Para avaliar a eficiência da coleta (SCHILLING; BATISTA, 2008) foram calculadas as curvas de rarefação de espécies, segundo Coleman (1981), com intervalo de confiança de 95%, plotando também a curva do estimador Bootstrap 1, no software EstimateS® (COWELL, 2013). Este estimador utiliza informações de todas as espécies coletadas, em vez de restringir a análise a espécies raras (SANTOS, 2003).

Os dados de riqueza e abundância foram utilizados para a análise NMDS (escalonamento multidimensional não métrico), que é uma representação gráfica da diferença entre os ambientes, utilizando matrizes de similaridade para formar possíveis agrupamentos. Foi utilizada a medida de similaridade de Jaccard para o cálculo dos valores de similaridade. Esta análise foi complementada pela análise de similaridade ANOSIM, a qual retorna valores de  $R$  Global e  $p$ , mostrando a significância das representações da NMDS.

Os índices de riqueza  $S$  e diversidade  $H'$  obtidos em cada ambiente foram comparadas através do ajuste de modelos lineares (LM) utilizando o pacote 'lm' no software RStudio®, e como critério de seleção os testes do pacote 'DHARMA' e o Critério de Akaike (AIC).

Foi realizada também uma comparação entre os dados obtidos na presente pesquisa com dados de literatura. Foram selecionadas seis pesquisas realizadas em áreas com predominância de cerrado e seis pesquisas em áreas com predominância de mata atlântica (Tabela 2). O critério de escolha dos trabalhos para as pesquisas foi a predominância por bioma e proximidade com a área da presente pesquisa. Para comparação entre estes dados e a presente pesquisa, calculamos a similaridade entre as riquezas de espécies utilizando a medida de similaridade de Jaccard.

Tabela 1 – Pesquisas realizadas em áreas com predominância dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, com local, cidade e número de espécies coletadas.

<b>Autor e ano por ambiente</b>	<b>Local / Ambiente</b>	<b>Cidade</b>	<b>Nº de espécies</b>
<b>BIOMA CERRADO</b>			
Simões et al., 2012	Reserva biológica Unilavras/Boqueirão	Ingai	32
Vicente et al., 2020	PNSC	São Roque	37
Barbosa et al., 2022	Agrossistema	Medeiros	17
Jacques et al., 2018	UFLA	Lavras	29
Coelho et al., 2022	Modificado	Barroso	16
Francisco et al., 2023	PNGSV	Chapada gaúcha	41
<b>BIOMA MATA ATLÂNTICA</b>			
Albuquerque et al., 2015	Modificado	Ouro Fino	34
Souza et al., 2010	Área de proteção ambiental São José	Tiradentes	35
Barbosa et al., (2016b)	UFJF	Juiz de Fora	36
Jacques et al., 2012	UFV	Viçosa	26
Souza et al., 2018	UC Parque Estadual Serra do Papagaio	Sul de Minas	11
Gouvêa et al., 2023	Modificado	Poços de Caldas	13

Fonte: Do autor (2024)

## 4 Resultados

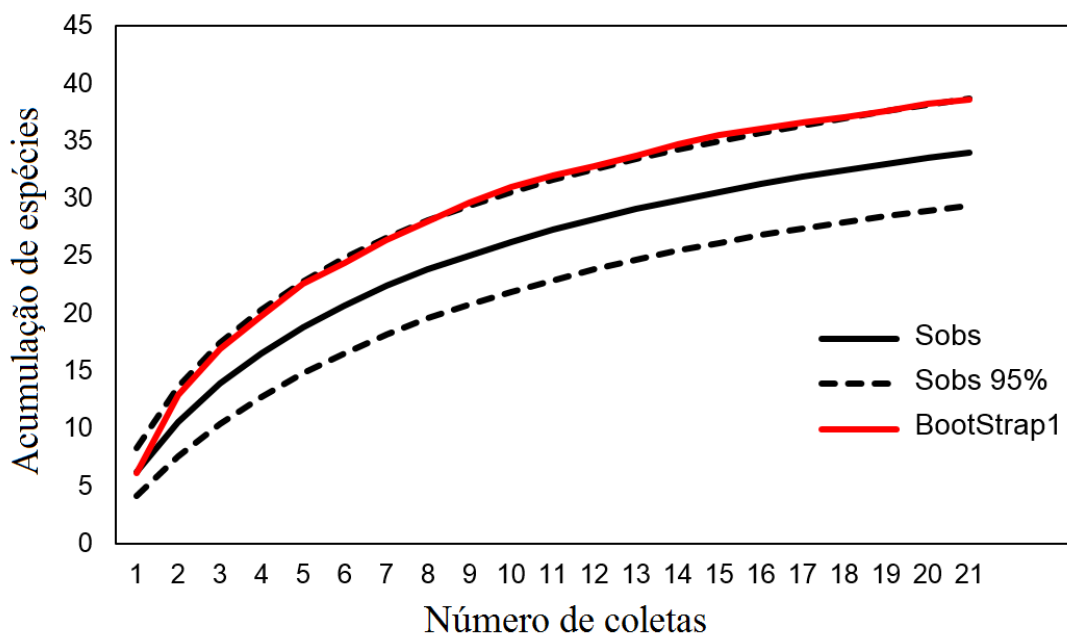
### 4.1 Riqueza e composição da fauna de vespas sociais

Foram coletadas 34 espécies de vespas sociais, amostrados 44 indivíduos através de interceptação de voo e identificadas 176 colônias ativas (Tabela 2). A tribo mais coletada foi Epiponi com 11 espécies, seguida de Mischocyttarini com 9 espécies. A espécie com maior número de ninhos coletado fora *Polybia fastidiosuscula* de Saussure, 1854 com 34 ninhos. Porém, o gênero *Mischocyttarus* obteve o maior número, sendo 95 ninhos.

Entre as espécies coletadas as únicas que ocorrem apenas em área preservadas ou dentro de unidades de conservação são: *Mischocyttarus marginatus* (Fox, 1898) e *Parachartergus pseudapicalis* Willinck, 1959.

Com relação à suficiência amostral, observamos que o estimador *Bootstrap* 1 ficou dentro do intervalo de confiança de 95% da curva de acumulação do coletor da área de estudo. Além disto, a curva do gráfico atingiu a assíntota, demonstrando que, provavelmente, 95% da riqueza de espécies da área foi coletada, indicando um esforço amostral suficiente (Figura 2).

Figura 2 – Curva de acumulação de espécies da área de pesquisa, com intervalo de confiança de 95% e utilização do estimador Bootstrap 1. Luminárias-MG, 2024.



Fonte: Do autor (2024).

Tabela 2 – Abundância de ninhos e sua frequência relativa em % (FR), riqueza de espécies (S) de cada tribo e índice de Shannon-Wiener (H') e ausência e presença de indivíduos de vespas coletados diretamente em voo (Luminárias-MG, 2023).

<b>Tribos/Espécies</b>	<b>Ninho</b>	<b>FR (%)</b>	<b>Voo</b>
<b>Tribo Epiponini</b>			
1. <i>Polybia fastidiosuscula</i> de Saussure, 1854	34	19,32	-
2. <i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)	8	4,55	1
3. <i>Polybia paulista</i> (Von. Ihering, 1896)	4	2,27	-
4. <i>Protonectarina sylveirae</i> (Saussure, 1854)	3	1,7	-
5. <i>Protopolybia</i> sp.	3	1,7	1
6. <i>Synoeca cyanea</i> (Fabricius, 1775)	3	1,7	1
7. <i>Polybia chrysothorax</i> (Lechtenstein, 1796)	2	1,14	-
8. <i>Protonectarina</i> sp.	2	1,14	-
9. <i>Parachartergus pseudapicalis</i> Willinck, 1959	2	1,14	-
10. <i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	1	0,57	1
11. <i>Apoica</i> sp.	1	0,57	-
12. <i>Polybia occidentalis</i> (Olivier, 1791)	1	0,57	1
13. <i>Polybia platycephala</i> Richards, 1951	1	0,57	-
14. <i>Polybia</i> sp.	1	0,57	-
15. <i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	0	0	1
16. <i>Polybia ignobilis</i> (Halliday, 1836)	0	0	1
17. <i>Polybia minarun</i> Ducke, 1906	0	0	1
18. <i>Polybia punctata</i> Buysson, 1908	0	0	1
19. <i>Polybia sericea</i> (Oliver, 1791)	0	0	1
	<b>Abundância</b>	<b>66</b>	
	<b>Riqueza</b>	<b>14</b>	
<b>Tribo Mischocyttarini</b>			
1. <i>Mischocyttarus cassununga</i> (R. von Ihering, 1903)	17	9,66	-
2. <i>Mischocyttarus parallelogrammus</i> Zikán, 1949	29	16,48	-
3. <i>Mischocyttarus mirificus</i> (Zikán, 1935)	16	9,09	-
4. <i>Mischocyttarus rotundicolis</i> (Cameron, 1912)	11	6,25	1
5. <i>Mischocyttarus drewseni</i> (Saussure, 1857)	10	5,68	1
6. <i>Mischocyttarus iheringi</i> Zikán, 1935	6	3,41	-
7. <i>Mischocyttarus wagneri</i> (Buysson, 1908)	5	2,84	-
8. <i>Mischocyttarus socialis</i> (Saussure, 1854)	1	0,57	-
9. <i>Mischocyttarus marginatus</i> (Fox, 1898)	0	0	1
	<b>Abundância</b>	<b>95</b>	
	<b>Riqueza</b>	<b>8</b>	
<b>Tribo Polistini</b>			
1. <i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1791)	11	6,25	1
2. <i>Polistes billardieri</i> (Fabricius, 1804)	2	1,14	1
3. <i>Polistes ferreri</i> (Saussure, 1853)	2	1,14	1

<b>Tribos/Espécies</b>	<b>Ninho</b>	<b>FR (%)</b>	<b>Voo</b>
4. <i>Polistes cinerascens</i> Saussure, 1857	0	0	1
5. <i>Polistes simillimus</i> (Zikán, 1951)	0	0	1
6. <i>Polistes subsericius</i> (Saussure, 1854)	0	0	1
<b>Abundância</b>	<b>15</b>		
<b>Riqueza</b>	<b>3</b>		
<b>Abundância Total de Ninhos</b>	<b>176</b>	<b>100</b>	<b>-</b>
<b>Riqueza Total (S)</b>		<b>34</b>	
<b>Shannon-Wiener (H')</b>		<b>3,028</b>	

Fonte: Do autor (2024).

#### 4.2 Composição e similaridade da fauna de Polistinae entre Cerrado e Mata Atlântica

No Cerrado foram coletados 102 indivíduos, pertencentes a 26 espécies com um índice de diversidade  $H'$  de 2,886. Já na Mata Atlântica foram coletados 118 indivíduos de 25 espécies com um índice de diversidade  $H'$  de 2,617 (Tabela 3).

Tabela 3 – Abundância de indivíduos, sua frequência relativa em %, riqueza de espécies (S) de cada tribo e índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) nos ambientes Cerrado e Mata Atlântica. Luminárias-MG, 2023.

<b>Tribos/Espécies</b>	<b>CERRADO</b>	<b>FR (%)</b>	<b>MATA ATLÂNTICA</b>	<b>FR (%)</b>
<b>Tribo Epiponini</b>				
1. <i>Polybia fassidiosuscula</i>	12	11,76	22	18,64
2. <i>Polybia scutellaris</i>	6	5,88	3	2,54
3. <i>Polybia paulista</i>	4	3,92	0	0
4. <i>Brachygastra lecheguana</i>	3	2,94	0	0
5. <i>Protonectarina sylveirae</i>	3	2,94	0	0
6. <i>Agelaia multipicta</i>	2	1,96	2	1,69
7. <i>Polybia chrysothorax</i>	2	1,96	0	0
8. <i>Protonectarina sp.</i>	2	1,96	0	0
9. <i>Protopolybia sp.</i>	2	1,96	2	1,69
10. <i>Parachartergus pseudapicalis</i>	2	1,96	0	0
11. <i>Polybia ignobilis</i>	1	0,98	3	2,54
12. <i>Polybia minarum</i>	1	0,98	0	0
13. <i>Polybia occidentalis</i>	1	0,98	1	0,85
14. <i>Polybia platycephala</i>	1	0,98	0	0

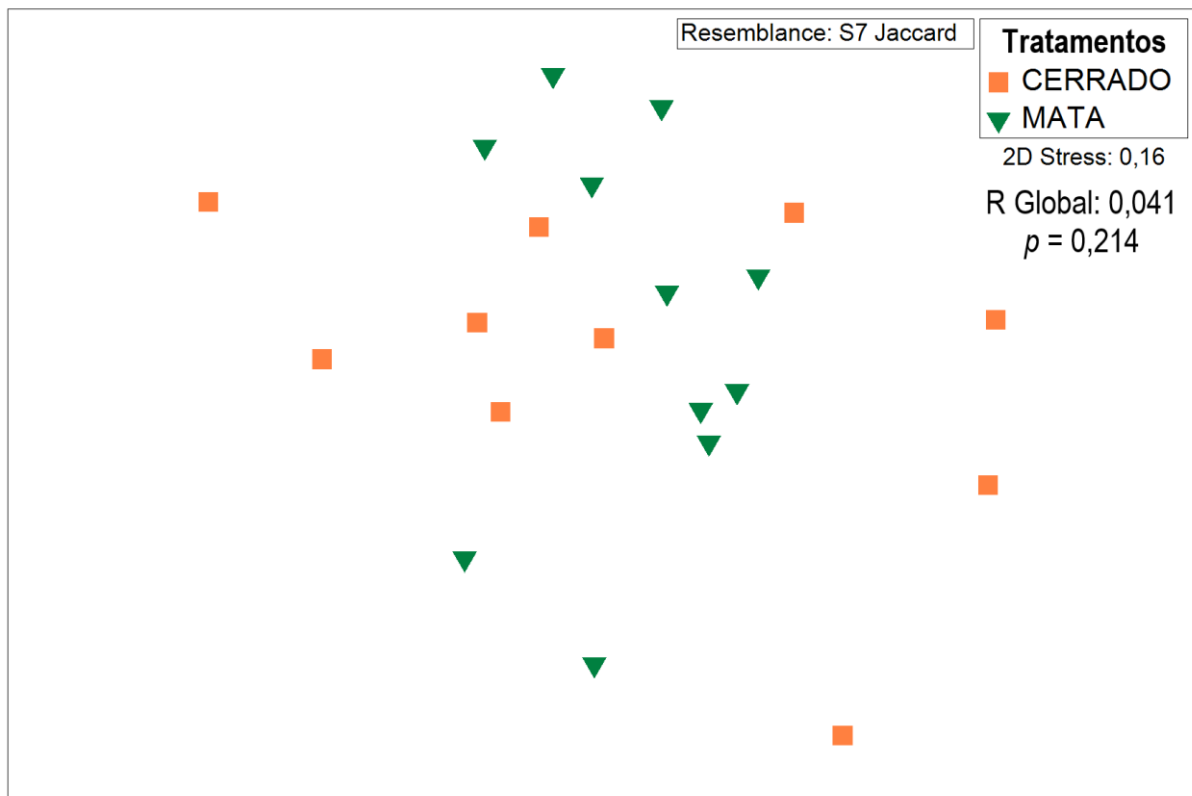
<b>Tribos/Espécies</b>	<b>CERRADO</b>	<b>FR (%)</b>	<b>MATA ATLÂNTICA</b>	<b>FR (%)</b>
15. <i>Polybia sericea</i>	1	0,98	1	0,85
16. <i>Polybia sp.</i>	1	0,98	0	0
17. <i>Synoeca cyanea</i>	1	0,98	3	2,54
18. <i>Apoica sp.</i>	0	0	1	0,85
19. <i>Polybia punctata</i>	0	0	2	1,69
<b>Abundância</b>	<b>45</b>		<b>40</b>	
<b>Riqueza</b>	<b>17</b>		<b>10</b>	
<b>Tribo Mischocyttarini</b>				
1. <i>Mischocyttarus cassununga</i>	13	12,75	4	3,39
2. <i>Mischocyttarus parallelogrammus</i>	10	9,8	19	16,1
3. <i>Mischocyttarus dewseni</i>	7	6,86	8	6,78
4. <i>Mischocyttarus mirificus</i>	6	5,88	12	10,17
5. <i>Mischocyttarus rodenticolis</i>	6	5,88	10	8,47
6. <i>Mischocyttarus iheringi</i>	1	0,98	5	4,24
7. <i>Mischocyttarus marginatus</i>	0	0	1	0,85
8. <i>Mischocyttarus socialis</i>	0	0	1	0,85
9. <i>Mischocyttarus wagneri</i>	0	0	5	4,24
<b>Abundância</b>	<b>43</b>		<b>65</b>	
<b>Riqueza</b>	<b>6</b>		<b>9</b>	
<b>Tribo Polistini</b>				
1. <i>Polistes versicolor</i>	7	6,86	6	5,08
2. <i>Polistes ferreri</i>	4	3,92	3	2,54
3. <i>Polistes billardi</i>	3	2,94	1	0,85
4. <i>Polistes cinerancens</i>	0	0	1	0,85
5. <i>Polistes simillimus</i>	0	0	1	0,85
6. <i>Polistes subsericeus</i>	0	0	1	0,85
<b>Abundância</b>	<b>14</b>		<b>13</b>	
<b>Riqueza</b>	<b>3</b>		<b>6</b>	
<b>Total de Indivíduos</b>	<b>102</b>		<b>118</b>	
<b>Riqueza (S)</b>	<b>26</b>		<b>25</b>	
<b>H'</b>	<b>2,886</b>		<b>2,617</b>	

Fonte: Do autor (2024).

A análise de NMDS (escalonamento multidimensional não métrico) indicou que os tratamentos são semelhantes em relação à composição de espécies de vespas, sendo assim não se formaram agrupamentos separando o cerrado da mata atlântica (Figura 3). Esses resultados foram fortalecidos pela análise ANOSIM, em que o R global foi igual a 0,041, e o valor de p

foi igual a 0,214 portanto não significativo, indicando não haver nenhuma diferença entre os tratamentos.

Figura 3 – Análise de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) para os tratamentos Cerrado e Mata Atlântica com os valores de estresse, R global e  $p$ . Luminárias, 24.



Fonte: Do autor (2024)

Através das análises de comparações de médias do ajuste de modelos lineares (LM), não houve diferença para os índices de riqueza S, abundância (n) e diversidade H' (Tabela 4).

Tabela 4 – Médias dos índices de riqueza (S), abundância (n) e diversidade (H'), obtidos através do ajuste de modelos lineares (LM), com o valor de  $p$  exato. Luminárias, 2024.

Variável	Cerrado	Mata
Riqueza ( $p = 0,719$ )	$6,20 \pm 1,04$	$6,72 \pm 0,99$
Abundância ( $p = 0,456$ )	$8,70 \pm 1,67$	$10,45 \pm 1,67$
Diversidade H' ( $p = 0,956$ )	$1,60 \pm 0,18$	$1,63 \pm 0,17$

Fonte: Do autor (2024).

## 5 Discussão

### 5.1 Riqueza e composição da fauna de vespas sociais

As vespas da tribo Epiponini apresentaram maior riqueza, e isto pode ser explicado devido alguns fatores, como: as vespas desta tribo utilizam o princípio de enxameamento para a formação de suas colônias, que podem abrigar diversas rainhas, com centenas ou milhares de operárias (WENZEL, 1998; PREZOTO et al., 2008), facilitando a coleta em voo; os ninhos dessa tribo são majoritariamente envoltos por um envelope protetor, garantindo mais proteção e mantendo a temperatura da colônia adequada para seu bom funcionamento (RICHARDS; RICHARDS, 1951); e a capacidade de algumas espécies em estocar recursos, que podem ser utilizados em períodos desfavoráveis (MACHADO, 1984; ELISEI, 2017).

Dentro desta tribo, *P. fastidiosuscula* se destacou com o maior número de colônias ativas. Além de serem espécies de vespas com fundação por enxameamento, que podem gerar muitos benefícios para as colônias, a maior visibilidade dos ninhos pode ter contribuído para um número maior de registros, estes que geralmente ficam em barrancos e próximos a fontes hídricas. O ambiente agrícola da região possivelmente pode ter influenciado a ocorrência em alguns locais pois, estudos reportam um potencial uso dessa espécie como agente no controle biológico pois essas vespas conseguem se orientar em culturas de milho até chegar em plantas danificadas pela lagarta *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e preda essa praga agrícola (SARAIVA et al., 2016).

A tribo Mischocyttarini, representado pelo seu único gênero, *Mischocyttarus*, foi o segundo mais amostrado e o que obteve o maior número de ninhos registrados. Isto se deve pois este é o gênero com o maior número de espécies entre as vespas sociais com mais de 250 espécies conhecidas, e está distribuído em maior número na região neotropical (RICHARDS, 1978; SILVEIRA, 2008). Além disso, alguns estudos indicam que vespas pertencentes a esse grupo podem ter preferência por substratos oriundos dos humanos, em relação aos naturais (e.g., YEISON-LÓPEZ et al., 2012; BARBOSA, 2015).

Outro fator que pode ter influenciado o alto número de ninhos do gênero *Mischocyttarus*, é a sua relação com a bromélia *Tillandsia tenuifolia* L. 11 ninhos foram encontrados nestas bromélias, sendo uma colônia de *Mischocyttarus drewseni* (Saussure, 1857), três *Mischocyttarus rotundicollis* (Cameron, 1912), duas *Mischocyttarus mirificus* (Zikán, 1935)

duas *Mischocyttarus wagneri* (Buysson 1908) e três de *Mischocyttarus* sp. Associações de vespas com bromélias foram relatadas em outras pesquisas (BARBOSA et al., 2016; MILANI et al., 2020; MILANI et al., 2021 ), entretanto ainda há escassez de informações a respeito do funcionamento dessa relação trófica, possivelmente seria uma estratégia de defesa adotada por essas espécies com o objetivo de diminuir a visibilidade de suas colônias, pois as vespas sociais do gênero *Mischocyttarus* apresentam a musculatura do ferrão atrofiada impedindo o uso dessa estrutura para a defesa (RAPOSO-FILHO; MANZOLI-PALMA, 1993).

## 5.2 Composição e similaridade da fauna de Polistinae entre Cerrado e Mata Atlântica

As comunidades de vespas sociais de Cerrado e Mata Atlântica se mostraram similares, e isto se justifica devido à proximidade entre os tratamentos, pois a área de estudo se enquadra em um ambiente de transição entre mata atlântica e cerrado. Isto ocorre pois o raio de forrageio das vespas sociais pode variar de 80 a 300 metros, sendo assim uma colônia de vespa amostrada em um bioma pode estar forrageando em outro (PEREIRA; SANTOS, 2006).

Os resultados obtidos pelas análises NMDS e ANOSIM indicaram que os tratamentos foram semelhantes, portanto, não observamos diferença entre estes ambientes e embora sejam áreas visualmente distintas a assembleia de vespas sociais não foi influenciada por essas características da área de pesquisa. Outro fator importante foi a proximidade entre os tratamentos, tornando a área de estudo um ambiente mais heterogêneo, o que favorece a coexistência de mais espécies de vespas devido à alta disponibilidade de recursos (KLEIN et al., 2015; CLEMENTE et al., 2021).

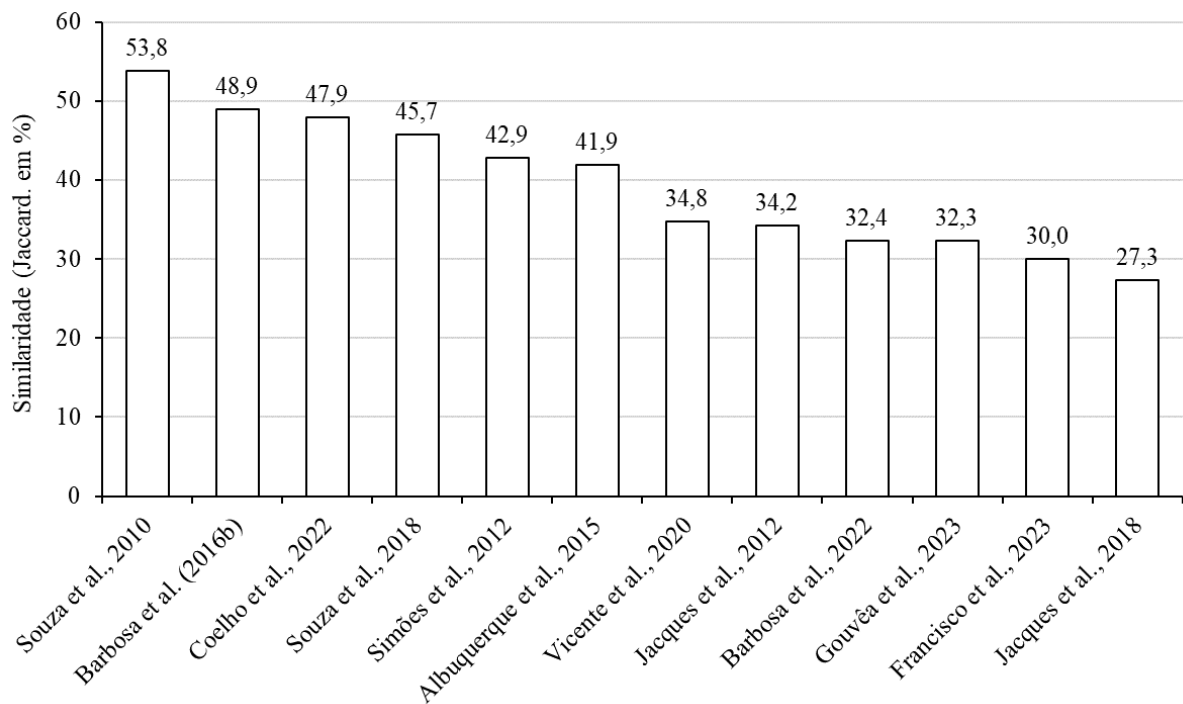
Além de que algumas espécies como *M. parallelogramus* apresentam poucos registros no estado, sendo amostrada em áreas de mata atlântica (SOUZA et al., 2015b), além de Minas Gerais há registros apenas no estado de São Paulo, dificultando uma comparação mais eficiente entre os biomas (HERMES et al., 2024).

## 5.3 Composição e similaridade da fauna de Polistinae com outros trabalhos

Comparando os dados da presente pesquisa com os da literatura observou-se uma maior similaridade de nossos resultados com os de Souza et al., 2010 em Mata Atlântica (53,8%),

Barbosa et al., 2016b (48,9%, no cerrado) e Coelho et al. 2022 (47,9%, no cerrado) (FIGURA 3).

Figura 3 – Valores de similaridade (em %, medida de Jaccard), entre as faunas de vespas sociais de diferentes estudos de inventários, em Cerrado e Mata Atlântica de Minas Gerais: Gouvêa et al 2023 (Mata Atlântica); Francisco et al.,2023 (Cerrado); Coelho et al., 2022 (Cerrado); Barbosa et al., 2016b (Mata Atlântica); Albuquerque et al., 2015 (Mata Atlântica); Simões et al., 2012 (Cerrado); Souza et al., 2010 (Mata Atlântica); Souza et al., 2018 (Mata Atlântica); Jacques et al., 2012 (Cerrado); Barbosa et al., 2022 (Cerrado); Vicente et al., 2020 (Cerrado) Jacques et al., 2018 (Cerrado)



Fonte: Do autor (2024)

A comunidade de vespas sociais presente em Luminárias e seu município foi mais similar a trabalhos de Barbosa et a.,2016b e Souza et al., 2018, que foram realizados em áreas com predomínio de mata atlântica e com modificações antrópicas e Coelho et al., 2022 feito em área de transição com predominância de cerrado em ambiente não preservado.

Uma maior aproximação com pesquisas em área modificadas evidencia uma influência significativa das atividades humanas na comunidade de vespas sociais, um dado preocupante, especialmente considerando a rapidez com que os biomas preservados estão diminuindo

(PÜTTKER et al., 2020). A diversidade e funções ecossistêmicas das vespas tem sido impactada pelas perdas de habitat, conversão de ambientes naturais em áreas agrícolas e fragmentação dos biomas (SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019). Essas mudanças culminam na redução da disponibilidade de habitat e recursos que podem ocasionar na quebra de interações tróficas, levando ao desequilíbrio das relações interespecíficas e, eventualmente, à extinção de espécies em nível local (SABATINO et al., 2010).

As espécies *P. fastidiosuscula*, *M. cassununga*, *P. versicolor* e *M. drewseni* já foram reportadas para ambos os biomas, além disso essas espécies são reconhecidas pela adaptação a ambientes modificados pelo ser humano, o fato de o ambiente de pesquisa ser uma área com altos níveis de antropismo pode ter influenciado uma maior incidência dessas espécies de vespas sociais. Geralmente são espécies que nidificam em construções ou que sejam são beneficiadas por ambientes modificados, pois estes podem fornecer água, carboidratos, proteínas e proteção contra o clima, além de diminuir a competição por recursos com outras espécies (LIMA et al., 2000; PREZOTO et al., 2007; DA SILVA et al., 2019).

Simões et al. (2012) realizou um inventário de vespas em uma reserva biológica próxima à cidade de Ingáí, a vinte e quatro quilômetros de distância de Luminárias. Apesar de ser a pesquisa com maior proximidade geográfica ao presente estudo, o valor de similaridade foi mais baixo comparado às pesquisas conduzidas em ambientes modificados. Áreas preservadas, especialmente unidades de conservação proporcionam condições bióticas e abióticas para manter populações viáveis (SALVIO, 2017).

As unidades de conservação de Minas Gerais são o lar de mais de 90% das espécies de vespas sociais amostradas no estado, sendo 34 espécies são encontradas exclusivamente nesses ambientes, sendo consideradas raras devido ao baixo número de registros (OLIVEIRA et al., 2021), destas apenas duas espécies foram reportadas a presente pesquisa, sendo elas: *Mischocyttarus marginatus* (Fox, 1898) e *Parachartergus pseudapicalis* Willinck, 1959.

## 6 CONCLUSÕES

Foram amostrados um número maior de espécies da tripo Epiponini, possivelmente devido ao fato de serem espécies enxameadoras, com um número maior de indivíduos, demonstrarem alto nível de organização social e por suas colônias serem mais visíveis. Comparando os ambientes de cerrado e mata atlântica, não houve diferença significativa entre os tratamentos, pois a proximidade das áreas pode ter influenciado o resultado, uma vez que o município de luminárias se encaixa em uma área de transição de cerrado e da mata atlântica. A comunidade de vespas sociais é mais similar com trabalhos feitos em áreas modificadas, mostrando um efeito da degradação ambiental na área.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C.H.B.; SOUZA, M.M.; CLEMENTE, M.A. Comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes gradientes altitudinais no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, 28: 131-138. 2015. doi: 10.5007/2175-7925.2015v28n4p131
- ANDRADE, F. R. & PREZOTO, F. Horários de atividade forrageadora e material coletado por *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera, Vespidae), nas diferentes fases de seu ciclo biológico. **Revista Brasileira de Zoociências** 3: 117- 128, 2001.
- ARAB, A.; PIETROBON, T. A. O.; BRITTO, F. B.; ROCHA, T.; SANTOS, L.; BARBIERI, E. F.; FOWLER H. G. Key to the nests of Brazilian Epiponini wasps (Vespidae: Polistinae). **Sociobiology** 42: 425–432. 2003.
- AUAD, A.M.; CARVALHO, C.A.; CLEMENTE, M.A.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera) in a silvipastoral system. **Sociobiology**, 55: 627-636. 2010.
- BARBOSA, B. C. **Vespas sociais (Vespidae: Polistinae) em fragmento urbano: riqueza, estratificação e redes de interação**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas: Zoologia) -Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil, 60 f. 2015.
- BARBOSA, B. C; PASCHOALINI, M.; PREZOTO, F. Temporal Activity Patterns and Foraging Behavior by Social Wasps (Hymenoptera, Polistinae) on Fruits of *Mangifera indica* (Anacardiaceae). **Sociobiology**, v. 61, p. 239-242, 2014.
- BARBOSA, B.C.; DIAS, M. L.; VIEIRA, K.M.; PREZOTO F. Cryptic Nest of *Mischocyttarus iheringi* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) with Description of Camouflage. **Florida Entomologist** 99(1), 135-138. 2016.
- BARBOSA, B.C.; MACIEL, T.T.; PREZOTO, F. Comunidade de Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Município de Juiz de Fora: Riqueza, similaridade e perspectivas. **Multiverso**, 1: 152-160. 2016b
- BARBOSA, L.D; JACQUES, G.C; SOUZA, M.M. Vespas sociais (Vespidae, Polistinae) em agrossistema do Cerrado no estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Revista Agrogeoambiental**. V14, 1-8. 2022. doi:10.18406/2316-1817
- BRODMANN, J. R.; TWELE, W.; FRANCKE, G.; HÖLZLER, Q.; ZHANG, M. Ayasse. Orchids mimic green-leaf volatiles to attract prey-hunting wasps for pollination. **Current Biology**, v. 18, p. 740-744, 2008.
- CARPENTER, J. M. Phylogenetic relationships and the origin of social behavior in the Vespidae. In: ROOS, K. G.; MATTHENS, R. W. **The social biology of wasps**. Cornell University Press, p. 7-32, 1991.

CARPENTER, J. M. **Synonymy of the genus Marimbonda (Richards, 1978), with Leipomeles Mobius, 1856 (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae), and a new key to the genera of paper wasps of the new world.** *American Museum Novitates*, 3456: 1-16. 2004.

CARPENTER, J. M. **Synonymy of the genus Marimbonda (Richards, 1978), with Leipomeles Mobius, 1856 (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae), and a new key to the genera of paper wasps of the new world.** *American Museum Novitates*, 3456: 1-16. 2004.

CARPENTER, J. M., MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespidae).** Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Série Publicações Digitais, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. 147p. 2001.

CARPENTER, J.M. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). *Systematic Entomology*, 7:11-38. 1982.

CASTRO, P.F. Atlas das unidades de conservação do Estado do Rio de Janeiro, 2. ed., vários autores. Bibliografia. São Paulo: Metalivros, 144 p. ISBN 978-85-8220-008-7. 2015. <http://200.20.53.3:8081/Portal/index.htm>. (accessed date: 13 maio, 2044)

CLEMENTE, M. A. **Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) do Parque Estadual do Ibitipoca-MG: estrutura, composição e visitação floral.** 79 p. (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

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: A Journal of Entomology**. p.1-10, 2012.

CLEMENTE, M.A.; GUEVARA, R.; MOLEIRO, H.R.; SILVEIRA, O.T.; SOUZA, M.M. DE; GIANNOTTI, E. Effectiveness of two sampling methods for social wasps in different ecosystems. **EntomoBrasilis** .e918. 2021.

CLEMENTE, M.A.; LANGE, D.; DATTILO, W.; DEL-CLARO, K.; PREZOTO, F. Social wasp-flower visiting guild interactions in less structurally complex habitats are more susceptible to local extinction. **Sociobiology**, 60: 337-344. 2013. doi: 10.13102/sociobiology.v60i3.337-344

COELHO, M.L.S., GOUVÊA, T.P. CLEMENTE, M.A., SOUZA, M.M. Effect of forest fragment size on Polistinae (Hymenoptera, Vespidae) in a transitional area of Cerrado and Atlantic Forest in south central Minas Gerais state, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 15, p. e994–e994, 1 jun. 2022.

COLEMAN, B.D., MARES, M.A., WILLIG, M.R. & HSIEH, Y. **Randomness, area and species richness.** *Ecology* 63:1121-1133. 1982.

COWELL, R.K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.** (Software and User's Guide), Version 9 and earlier. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/> (acessado em: 20 fevereiro, 2018). 2013.

- DA SILVA, R.C.; PRATO, A.S.; NASCIMENTO, F.S. Occurrence and nesting behavior of social wasps in an anthropized environment. **Sociobiology**, 66: 381-388. 2019.
- DE SOUZA, A.R.; VENÂNCIO, D.F.A.; PREZOTO, F.; ZANUNCIO, J.C. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) nesting in Eucalyptus plantations in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, 95: 1000-1002. 2012. doi: 10.1653/024.095.0427
- DEJEAN, A. & TURILLAZZI, S. Territoriality during trophobiosis between wasps and homopterans. **Tropical Zoology**, v.5, p.237-247, 1992.
- DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M. Ecologia das interações plantas-animais: Uma abordagem ecológico-evolutiva. **Technical Books Editora**. 2012.
- DETONI, M., PREZOTO, P. The Foraging Behaviour of Neotropical Social Wasps. Neotropical Social Wasps. **Springer**. 47-69. 2021.
- ELISEI, T. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) do estado da Paraíba: Diversidade e Estudo comportamental. **Zoologia**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2017.
- ELISEI, T.; NUNES, J. V. E.; RIBEIRO JUNIOR, C.; FERNANDES JUNIOR, A. J.; PREZOTO, F. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.958-964, 2010
- 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**, 36: 685-692. 2007. doi: 10.1590/S1519-566X2007000500008
- FERNANDES, O.A.; CARNEIRO, T.R. Controle Biológico de *Spodoptera frugiperda* no Brasil. In. PINTO *et al.* Controle Biológico de Pragas na prática. Piracicaba, CP2, p. 75-82, 2006.
- FRANCISCO, S. C. C; GOUVÊA, T.P., RUBIM, L.G.T., JACQUES, G. C., SOUZA, M.M. Social wasps (Vespidae: Polistinae) in Cerrado and Caatinga conservation units, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 23, p. e20231563, 8 dez. 2023.
- FREITAS, J.L.; PIRES, E.P.; OLIVEIRA, T.T.C.; SANTOS, N.L.; SOUZA, M.M. Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em lavouras de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) no Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, 7: 67-77. 2015. doi: 10.18406/ 2316-1817v7n32015684
- GIANNOTTI, E.; PREZOTO, F.; MACHADO, V. L. L. Foraging Activity of *Polistes lanio lanio* (Fabr.) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, p.455-463, 1995.

GOULD, W. P.; JEANNE, R. L. Polistes wasps (Hymenoptera: Vespidae) as control agents for lepidopterous cabbage pests. **Environmental Entomology, Annapolis**, v. 13, n. 1, p. 150-156, Feb. 1984.

GRAVENA, S. Táticas de manejo integrado do bicho mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Geurin-Meneville, 1842): Dinâmica populacional e inimigos naturais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 61-71, 1983.

HENRIQUE-SIMÕES, M.; CUOZZO, M. D.; FRIEIRO-COSTA, F. A. **Social wasps of Unilavras/Boqueirão Biological Reserve, Ingaí, state of Minas Gerais, Brazil**. Check List – Journal of species list and distribution, v. 7, n. 5, p. 656-667. 2011.

HERMES, M. G. ; SOMAVILLA, A. ; ANDENA, S. R. **Vespidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/4019>>. Acesso em: 21 Jan. 2024.

HUNT, J. H.; BROWN, P. A.; SAGO, K. M.; KERKER, J. A. Vespidae Wasps eat pollen (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**. v. 64, p. 127-130, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estados@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg>>. Acesso em: 10 maio. 2024

JACQUES, G. C.; PIKART, T. G.; SANTOS, V. S; VICENTE, L. O.; SILVEIRA, L. C. P. Niche overlap and daily activity pattern of social wasps (Vespidae: Polistinae) in kale crops. **Sociobiology**, v. 65, p 312-319, 2018a.

JACQUES, G. C.; PIRES, E. P.; HERMES, M. G.; FARIA, L. D. B.; SOUZA, M. M.; SILVEIRA, L. C. P. Evaluating the efficiency of different sampling methods to survey social wasps (Vespidae: Polistinae) in an anthropized environment. **Sociobiology** 65(3): p 515-523. 2018b.

JACQUES, G. C.; SOUZA, M. M.; COELHO, H. J.; VICENTE, L. O.; SILVEIRA, L. C. P. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in an Agricultural Environment in Bambuí, Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology**, v.62, p 439-445, 2015.

JACQUES, G. G.; ARAÚJO, B.S.S. Influence of surrounding vegetation on the diversity of social wasps on coffee culture. **Revista Agrogeoambiental**, v. 12, n. 3, p. 38-47. 2020.

JACQUES, G.C.; CASTRO, A.A.; SOUZA, G.K.; SILVA-FILHO, R.; SOUZA, M.M., ZANUNCIO, J.C. Diversity os social wasps in the Campus PF the “Universidade Federal de Viçosa” in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Sociobiology**, v. 59, p. 1053-1062, 2012.

JEANNE, .RL. Evolution of social behavior in the Vespidae. **Annu Rev Entomol** 25:371–395. 1980.

- JEANNE, R.L. Evolution of social behavior in the Vespidae. **Annu Rev Entomol** 25:371–395. 1980
- JEANNE, R.L. Social biology of the Neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. **Bull Museum Compar Zool** 144:63–150. 1972.
- JEANNE, R.L. **Social complexity in the Hymenoptera, with special attention to the wasps.** In: Kikuchi T, Azuma N, Higashi S (eds) **Genes, behaviors and evolution of social insects.** Hokkaido University Press, Sapporo, pp 81–130. 2003
- JEANNE, R.L. The evolution of swarm founding in the wasps: possible scenarios. **Neotropical Social Wasps.** Springer. 47-69. 2021
- KIRKTON, R. M. **Habitat management and its effects on populations of Polistes and Iridomyrmex.** **Proceedings of Tall Timbers Conference,** Tallahassee, v. 2, p. 243-246, 1970.
- KLEIN, R.P.; A SOMAVILLA, A.; KÖHLER, C.V.; CADEMARTORI & ED FORNECK. Space-time variation in the composition, richness and abundance of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in a forest-agriculture mosaic in Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Scientiarum,** 37: 327-335. 2015.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. (Wall-map 150cmx200cm.).
- LAMBSHEAD, P.J.D.; PIATT, H.M.; SHAW, K.M. **The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity.** **Journal of Natural History** 17: 859-974. 1983.
- LAWSON, F. R. Studies of an integrated control system for hornworms on tobacco. **Journal of Economic Entomology, Annapolis,** v .54, n. 1, p. 93-97, Feb. 1961.
- LEITE, L.G.; TAVARES, F.M.; GINARTE, C.M.A.; CARREGARI, L.C.; BATISTA FILHO, A. **Nematóides entomopatogênicos no controle de pragas,** p. 45-53. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Eds.). **Controle Biológico na Prática.** ESALQ/USP, Piracicaba: CP 2, 287p., 2006.
- LEITE, N.B.; AUFDERHORST-ROBERTS, A.; PALMA, M.S.; CONNELL, S.D.; NETO, J.R.; BEALES, P.A. PE and PS lipids synergistically enhance membrane Poration by a peptide with anticancer properties. **Biophys J** 109:936–947. 2015.
- LIMA, M. A. P.; LIMA, J. R.; PREZOTO, F. (2000). Levantamento dos gêneros, flutuação das colônias e hábitos de nidificação de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campus da UFJF, Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Zoociências,** 2: 69-80. 2000.
- LOCHER, G. A.; TOGNI, O. C.; SILVEIRA, O. T.; GIANNOTTI, E. **The Social Wasp Fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae).** **Sociobiology,** v. 61, n. 2, p. 225-233. 2014.

LUMINÁRIAS, Prefeitura Municipal. Luminárias – MG Cultura, Natureza e Aventura. Disponível em <[www.luminarias.mg.gov.br/](http://www.luminarias.mg.gov.br/)>. 2013. Acesso em 23 de abril de 2023.

MACHADO, V.L.L.; J.R.P. PARRA. Capacidade de retorno ao ninho de operárias de *Polybia* (*Myraptera*) *scutellaris* (White, 1841) (Hymenoptera: Vespidae An. **Soc. Ent. Brasil**, 13(1): 13-18. 1984.

MELLO, M. A. R.; SANTOS, M. M. S.; MECCHI, M. R.; HERMES. M. G. High generalization in flower-visiting networks of social wasps. **Acta Oecologica**, v. 37, p. 37-42, 2011.

MENEZES, J.C.T.; BARBOSA, B.C.; PREZOTO, F. Previously unreported nesting associations of the yellow-olive flycatcher (*Tolmomyias sulphureus*) (Aves: Tyrannidae) with social wasps and bees. **Ornitología Neotropical**. 25:363–368. 2014.

MENDES, M.A.; SOUZA, B.M.; MARQUES, M.R.; PALMA, M.S. Structural and biological characterization of two novel peptides from the venom of the neotropical social wasp *Agelaia pallipes pallipes*. **Toxicon** 44:67–74. 46. 2004.

MILANI, L. R.; QUEIROZ, R. A. B.; SOUZA, M. M.; CLEMENTE, M. A.; PREZOTO, F. Camouflaged nests of *Mischocyttarus mirificus* (Hymenoptera, Vespidae). *Neotropical Entomology*, v. 50, p. 912–922. 2021.

MILANI, L.R.; PREZOTO, F.; CLEMENTE, M.A.; GOMES, P.P.; SOUZA, M.M. Nesting behaviour of a Neotropical social wasp *Mischocyttarus saussurei* Zikán, 1949 (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**. 67(1):121–125. 2020

MILANI, L.R.; PREZOTO, F.; CLEMENTE, M.A.; GOMES, P.P.; SOUZA, M.M. (2020). Nesting behaviour of a Neotropical social wasp *Mischocyttarus saussurei* Zikán, 1949 (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology** 67(1):121–125. 2020. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i1.4842>

MONTAGNA, T. S.; TORRES, V. O.; DUTRA, C. C.; SÚAREZ, Y. R.; ANTONIALLI JUNIOR, W. F. & ALVER JUNIOR, V. V. Study of the foraging activity of *Mischocyttarus consimilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology** 53(1): 131-140. 2009.

NASCIMENTO, F. S.; TANNURE-NASCIMENTO, I. C.; MATEUS, S. **Vespas Sociais Neotropicais: padrões comportamentais, regulação social e arquitetura de ninho**, p. 47–67. 2008.

NEVES, R.C.; TRENTINI, M.M.; CASTRO, E.; SILVA, J.; SIMON, K.S.; BOCCA, A.L.; SILVA, L.P. Antimycobacterial activity of a new peptide Polydim-I isolated from Neotropical social wasp *Polybia dimorpha*. **PLoS One** 11(3):e0149729. 2016.

O'NEILL, K.M **Solitary wasps: Behavior and natural history**. Comstock Publishing Associates, New York, 406p. 2001.

OLIVERIRA-FILHO, A.T.; JARENKOW, J.A.; RODAL, M.J.N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation (R.T. Pennington, G.P. Lewis & J. Ratter, eds.). **Taylor & Francis CRC Press**, Oxford, p. 59-192. 2006.

OLIVEIRA, O.A.L. de. Biologia comportamental de *Agelaia vicina*: forrageio, comportamento das operárias e desenvolvimento dos ninhos (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). 57p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. 2008.

PARRA, J.R.P.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BOTELHO, P.S.; BENTO, JM.S. **Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo, Manole, 609p. 2002.

PEREIRA, M. G. C.; ANTONIALLI JUNIOR, W. F. **Social wasps in riparian Forest in Batayporã, Mato Grosso do Sul State, Brazil**. *Sociobiology*, v. 57, p.153-163, 2011.

PEREIRA, R. A. S. Polinização por vespas. In: RECH, R. A.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P, E.; MACHADO, I, C. **Biologia da polinização** 1ªed.Revisora editorial Ceres Belchior. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, P. 291-310, 2014.

PEREIRA, V.S.; SANTOS, G.M.M. Diversity in bee (Hymenoptera, Apoidea) and social wasps (Hymenoptera, Vespidae) community in Campos Rupestres, Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 165-174. 2006.

PICANÇO, M. C.; OLIVEIRA, I. R.; ROSADO, J. F.; SILVA, F. M.; GONTIJO, P. C.; SILVA, R.S. Natural Biological control of *Ascia monuste* by the Social Wasp *Polybia ignobilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v. 56, n.1, p. 67-76, 2010.

PREZOTO, F., CORTES S. D. O.; MELO A. C. **Vespas: de vilãs a parceiras**. *Ciência Hoje*, 48: 70-73.2008.

PREZOTO, F.; BARBOSA, B. C.; MACIEL, T. T.; DETONI, M. Agroecossistemas e o serviço ecológico dos insetos na sustentabilidade. In: Leonardo de Oliveira Resende; PREZOTO, F.; BARBOSA, B. C.; GONÇALVES, E. L. (Org.). **Sustentabilidade: Tópicos da Zona da Mata Mineira**. 1ed. Juiz de Fora: Real Consultoria em Negócios Ltda., v. 1, p. 19-30. 2016.

PREZOTO, F.; CLEMENTE, M. A. **Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil**. *MG. Biota*, Belo Horizonte, v. 3, n. 4, p. 22-32. 2010.

PREZOTO, F.; MACHADO, V. L. L. Ação de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán (Hymenoptera: Vespidae) na produtividade de lavoura de milho infestada com *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 1, n.1, p. 19-30, dez. 1999a.

PREZOTO, F.; MACHADO, V.L.L. Ação de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán (Hymenoptera: Vespidae) na produtividade de lavoura de milho infestada com *Spodoptera*

frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, pág. 19-30, dez. 1999b.

PREZOTO, F.; PREZOTO, H. S.; MACHADO, V. L. L.; ZANUNCIO, J. C. Ação de *Polistes* (*Aphanilopterus*) *simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, p. 707-709, 2006.

PREZOTO, F; RIBEIRO JÚNIOR, C.; CORTES, S. A. O.; ELISEI, T. Manejo de vespas e marimbondos em ambiente urbano. In: Alexandre de Sene Pinto; Marta Maria Rosso; Eloisa Salmeron. (Org.) **Manejo de pragas urbanas** 1 ed. Piracicaba: Cp2,p123-126,v 1. 2007.

PÜTTKER, T. Indirect effects of habitat loss via habitat fragmentation: A crosstaxa analysis of forest-dependent species. **Biological Conservation**, v. 241, p. 108368. 2020.

PÜTTKER, T. Indirect effects of habitat loss via habitat fragmentation: A crosstaxa analysis of forest-dependent species. **Biological Conservation**, v. 241, p. 108368. 2020.

RABB, R. L.; LAWSON, F. R. Some factors influencing the predation of *Polistes* wasps on tobacco hornworm. **Journal of Economic Entomology, Annapolis**, v. 50, n. 6, p. 778-84, Dec. 1957.

RAPOSO-FILHO, J.R; RODRIGUES, V.M. Habitat e local de nidificação de *Mischocyttarus* (*Monocyttarus*) *extinctus* Zikán, 1935 (Polistinae, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 13: 19–28. 1984.

RAVERET-RICHTER, M. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 45, p. 121-150, 2000.

RAVERET-RICHTER, M.A, JEANNE, R.L. Predatory behavior of *Polybia sericea* (Olivier), a tropical social wasp (Hymenoptera: Vespidae). **Behav Ecol Sociobiol** 16:165–170. 1985.

RESENDE, J. J.; SANTOS, G. M. M.; BICHARA-FILHO, C. C. & GIMENES, M. Atividade diária de busca de recursos pela vespa social *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Zoociências** 3: 105-115, 2001.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – CPAC, p. 89-166. 1998.

RICHARDS, O. W. **The social wasp of the Americas**. London: British Museum of natural History, 580 p. 1978.

RICHARDS, O.W. & RICHARDS, M.J. **Observations on the social wasps of South America** (Hym. - Vespidae). London: British Museum of natural History. 102: 1-170. 1951.

RUGGIERO, P.G.C.; BATALHA, M.A.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T. **Soil vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil.** *Plant Ecology* 160: 1-16. 2002.

SABATINO, M., MACEIRA, N.; AIZEN, M. A. Direct effects of habitat area on interaction diversity in pollination webs. **Ecological Applications**, 20(6), 1491-1497. 2010.

SALVIO, G.M.M. **Áreas Naturais Protegidas e indicadores socioeconômicos: O desafio da conservação da natureza.** Jundiaí: Paco Editoria. 2017.

SAMWAYS, M. J. Insect Conservation: A synthetic management approach. **Annual Review of Entomology**, 52: 465-487. 2007.

SÁNCHEZ-BAYO, F., & WYCKHUYS, K. A. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological Conservation**, 232, 8-27. 2019.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological Conservation**, 232, 8-27. 2019

SANTOS, A.J. Estimativas de riqueza de espécies. In: R. RUDRAN, L. CULLEN & C. VALLADARES-PADUA (Eds.), **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida terrestre** (pp. 19-41). Curitiba: Editora Universidade Federal do Paraná. 2003.

SARAIVA, N.B., PREZOTO, F., FONSECA, M.D.G., BLASSIOLI-MORAES, M.C., Borges, M., Laumann, R.A. and Auad, A.M. The social wasp *Polybia fastidiosuscula* Saussure (Hymenoptera: Vespidae) uses herbivore-induced maize plant volatiles to locate its prey. **J. Appl. Entomol.**, 141: 620-629. 2016.

SAUSSURE, H.F. **Études sur la famille des Vespides. 2. Monographie des guêpes sociales, ou de la tribu des Vespiens.** Paris: Masson, and Geneva: J. Cherbuliez. (1853–1858)

SCHÄFFER, W.B.; PROCHNOW, M. A (Orgs.). **Mata Atlântica e você: Como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira.** Brasília: APREMAVI. 2002.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J.L.F. **Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais.** *Revista Brasil. Bot.*, V.31, n.1, p.179-187. 2008.

SHANNON, C.E. **A mathematical theory of communication.** *The Bell System Technical Journal* 27: 379-423, 1948.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015.

SILVA, E. R.; NODA, S. C. M. Aspectos da atividade forrageadora de *Mischocyttarus cerberus styx* Richards, 1940 (Hymenoptera, Vespidae): duração das viagens, especialização individual e ritmos diário e sazonal. **Revista Brasileira de Zoociências** 2(1): 7-20. 2002.

SILVA, J. A. **Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em uma área de eucalipto em São João Del-Rey/MG**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de juiz de Fora, 2011

SILVA, N. J. J.; MORAIS, T. A.; SANTOS-PREZOTO, H. H.; PREZOTO, F. Inventário Rápido de Vespas Sociais em Três Ambientes com Diferentes Vegetações. *EntomoBrasilis*. v. 6(2), p. 146-149, 2013.

SILVA-PEREIRA, V.; SANTOS, G.M.M. **Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil**. *Neotropical Entomology*. V.35, p. 163-174, 2006.

SILVEIRA, O.T., ANDENA, S.R., SOMAVILLA, A., CARPENTER, J.M. Phylogeny and Classification of the Neotropical Social Wasps. *Neotropical Social Wasps*. **Spriger**. 47-69. 2021

SILVEIRA, O.T.; COSTA NETO, S.V.; SILVEIRA, O.F.M. **Social wasps of two wetland ecosystems in Brazilian Amazonia (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae)**. *Acta Amazonica*, v. 38, p. 333-344, 2008.

SIMÕES, M.H.; CUOZZO, M.D.; FRIEIRO-COSTA, F.A. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Cerrado biome of the southern of the state of Minas Gerais, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, 102: 292-297. 2012 doi: 10.1590/ S0073-47212012000300007

SOMAVILLA, A. Aspectos gerais da fauna de vespas (Hymenoptera Vespidae) da Amazônia Central, com ênfase na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. **Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas: Entomologia)** - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 197 p. 2012.

SOMAVILLA, A.; FERNANDES, I.O.; OLIVEIRA, M.L.D.; SILVEIRA, O.T. Association among wasps' colonies, ants and birds in central Amazonian. **Biota Neotropica** 13(2):308–313. 2013.

SOUZA, G. K.; PIKART, T. G.; JACQUES, G. C.; CASTRO, A. A.; SOUZA, M. M.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Social wasps on *Eugenia uniflora* Linnaeus (Myrtaceae) plants in an urban area. **Sociobiology**, 60: 204-209. doi: 10.13102/sociobiology. v60i2.204-209. 2013.

SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; COELHO, E. L.; CLEMENTE, M. A.; BONFITTO, P. P.. Ampliação da distribuição de espécies de vespas sociais neotropicais no Brasil (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae). **Nature and Conservation**, v.13, n.3, p.1-6, 2020.

SOUZA, M. M.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Semideciduous forest and cerrado (savanna) regions in Brazil. **Sociobiology** 47(1):135-147. 2006.

SOUZA, M. M.; SILVA, M. J.; SILVA, M. A.; ASSIS, N. R. G. **A capital dos marimbondos – vespas sociais Hymenoptera, Vespidae do município de Barroso, Minas Gerais.** MG Biota, v. 1, n. 3, p. 24-38. 2008.

SOUZA, M. M.; ZANUNCIO, J. C. **Marimbondos - Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae).** Editora UFV, Viçosa, 79p. 2012.

SOUZA, M.M., PIRES, E.P., SILVA-FILHO, R.; LADEIRA, T.E. Community of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in areas of Semideciduous Seasonal Montane Forest. **Sociobiology**, 62: 598-603. 2015b doi: 10.13102/sociobiology.v62i4.445

SOUZA, M.M.; LADEIRA, T.E.; ASSIS, N.R.G.A.; ELPINO-CAMPOS, A.; CARVALHO, P.; LOUZADA, J.N. Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no Campo Rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. **Biota**, 3: 15-30. 2010.

SOUZA, M.M.; LOUZADA, J.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C. **Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian forests in Southeast Brazil.** Sociobiology. V. 56 (2), p. 387-396, 2010.

SOUZA, M.M.; PIRES, E.P.; FERREIRA, M.; LADEIRA, T.E.; PEREIRA, M.; ELPINO-CAMPOS, A.; ZANUNCIO, J.C. Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **MG-Biota**, 5: 4-19. 2012.

SOUZA, M.M.; SILVA, H.N.M.; DALLO, J.B.; MARTINS, L.F.; MILANI, L.R.; CLEMENTE, M.A. 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**, 8: 174-179. 2015a doi:10.12741/ebrasilis. v8i3.519

SPRADBERRY, J. P. **Wasps: An account of the biology and natural history of solitary and social wasps.** Seattle: University of Washington Press, 408p. 1973.

VICENTE, L. O.; JACQUES, G.C.; SOUZA, M.M.; CORRÊA, B.S. Riqueza de vespas sociais (Hymenoptera: vespidae) de cerrado no sudeste do Brasil. **Nature and Conservation**, v.13, n.4, 1-10. 2020.

VIEIRA, M.F & SHEPHERD, G. J. Pollinators of *Oxypetalum* (Asclepiadaceae) in Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 59, 693-704. 1999.

WANG, K.; YAN, J.; DANG, W.; LIU, X.; CHEN, R.; ZHANG, J.; YANG, Z. Membrane active antimicrobial activity and molecular dynamics study of a novel cationic antimicrobial peptide *Polybia*-MPI, from the venom of *Polybia paulista*. **Peptides** 39:80–88 .2013.

WENZEL, J. W. **A generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae).** American Museum Novitates 3224: p. 1– 39. 1998.

YEISON-LÓPEZ, G.; CANCHILA, S.; DURÁN, A.; ÁLVAREZ, G. Hábitos de nidificación de avispas sociales (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) en un área urbana del Caribe colombiano. **Revista Colombiana de Entomología** 38(2):347–350. 2012.

ZUCCHI, R.; SAKAGAMI, S.F.; NOLL, F.B; MECI, M.R.; MATEUS, S.; BAIIO, M.V.; SHIMA, S.N. *Agelaia vicina*, a swarm-founding polistines with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **J N Y Entomol Soc** 103:129–137. 1995.