



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS - *CAMPUS BAMBUI*  
MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA  
AMBIENTAL

Jeicilene Barros Carvalho

**DIVERSIDADE E NIDIFICAÇÃO DE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA:  
VESPIDAE) DO PARQUE ESTADUAL DO PICO DO ITAMBÉ**

Bambuí - MG

2025

JEICILENE BARROS CARVALHO

**DIVERSIDADE E NIDIFICAÇÃO DE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA:  
VESPIDAE) DO PARQUE ESTADUAL DO PICO DO ITAMBÉ**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *campus* Bambuí como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel de Castro Jacques.

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Magalhães de Souza.

Linha de pesquisa: Ecologia Aplicada

Projeto Estruturante: Estudos em Agroecossistemas V – Controle Biológico e Biodiversidade

Bambuí - MG

2025



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
 Campus Bambuí  
 Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação  
 Seção de Pós-Graduação  
 Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG  
 37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

**FICHA DE APROVAÇÃO**

Dissertação intitulada de "**Diversidade e Nidificação de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual do Pico do Itambé**", de autoria da mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Jeicilene Barros Carvalho**, sob a orientação do prof. **Dr. Gabriel de Castro Jacques** e como coorientador o prof. **Dr. Marcos Magalhães de Souza**, aprovada pela Banca Examinadora de Defesa, em 15/12/2025, com a média de 94,3 pontos.

Bambuí (MG), 15 de dezembro de 2025.

23209.000321/2025-30	2563775v1
----------------------	-----------



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Ribeiro de Castro Solar, Usuário Externo**, em 16/12/2025, às 17:19, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **MARCOS MAGALHAES DE SOUZA, Usuário Externo**, em 16/12/2025, às 18:15, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Simone Magela Moreira, Professora**, em 16/12/2025, às 18:36, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **JEICILENE BARROS CARVALHO, Usuário Externo**, em 16/12/2025, às 18:36, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Lorena Bueno Valadão Mendes, Professora Visitante**, em 17/12/2025, às 11:17, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2563775** e o código CRC **D2D71D01**.

Criado por [ronaldo.barbosa](#), versão 2 por [ronaldo.barbosa](#) em 16/12/2025 17:01:28.

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

C331d Carvalho, Jeicilene Barros.

Diversidade e nidificação de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual do Pico do Itambé. / Jeicilene Barros Carvalho. – Bambuí, 2025.  
62 f.: il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel de Castro Jacques.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2025.

1. Polistinae. 2. Unidade de conservação. 3. Campo rupestre. I. Jacques, Gabriel de Castro. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 333.7072

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802

Aos meus pais, José e Dalva, exemplos de sabedoria, amor e acolhimento. A todos que acreditam no ensino, na pesquisa e na extensão como ferramentas transformadoras da sociedade.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Gabriel de Castro Jacques, pela forma tranquila, produtiva e prática com que conduz o trabalho científico, além da boa convivência durante todos esses anos, desde o início da minha graduação em 2019, sempre orientando com disposição, leveza e profissionalismo.

Aos meus pais, José e Dalva, e a todos os meus familiares, pelo exemplo de humildade e sabedoria; por acreditarem na minha capacidade; e, principalmente, por me darem autonomia para ir em busca dos meus objetivos.

Ao Wesley, pelo companheirismo diário, pela parceria nos trabalhos de campo e pelo constante apoio emocional.

Ao professor Marcos Magalhães de Souza, pela coorientação, pela identificação das vespas e pelas contribuições na produção dos artigos.

Aos alunos estagiários do IFMG - *campus* Bambuí e do IFSuldeMinas - *campus* Inconfidentes, pelo auxílio nas coletas e pela disposição em contribuir para o desenvolvimento deste estudo.

Ao João Vítor Veloso Rodrigues, pela parceria na elaboração do produto técnico.

Ao meu local de trabalho, COOPEN-BÍ, pela liberação para que eu pudesse realizar a parte prática desta pesquisa.

À instituição IFMG - *campus* Bambuí e a todos os seus funcionários, que há seis anos me oferecem uma formação profissional gratuita e de qualidade.

Aos meus colegas de mestrado da turma 2024.1 por todos os momentos vividos; e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos durante quatro meses.

A Deus, pela espiritualidade, força e crença durante esta caminhada.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada!

“Dos nossos medos nascem as nossas coragens,  
e em nossas dúvidas, vivem as nossas certezas.”

Eduardo Galeano (O Livro dos Abraços)

## RESUMO

As vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) destacam-se pelo comportamento eussocial, pelas interações ecológicas e pelos serviços ecossistêmicos, tais como a polinização e o controle biológico. Apesar de sua importância, muitas regiões brasileiras permanecem pouco exploradas quanto à diversidade e aos padrões de nidificação desta subfamília. O Parque Estadual do Pico do Itambé (PEPI), localizado na Serra do Espinhaço, Minas Gerais, constitui um desses espaços de alta relevância biológica ainda carentes de inventários. Neste contexto, esta dissertação teve como objetivo realizar o levantamento da fauna de vespas sociais e documentar as relações ecológicas estabelecidas por essas espécies com outros animais no PEPI, além de desenvolver um produto técnico no formato de aplicativo educacional. As amostragens ocorreram entre maio de 2024 e fevereiro de 2025, o que totalizou quatro campanhas de campo com seis dias cada, perfazendo ao todo 144 horas de esforço amostral, distribuídas em sete pontos de coleta. A captura das vespas ocorreu por meio de três metodologias distintas - busca ativa, armadilhas atrativas e armadilha *Malaise*, onde foram englobadas áreas de Campo Rupestre e Mata Atlântica. A identificação dos espécimes foi realizada através de chaves taxonômicas e o esforço de amostragem foi avaliado através de uma curva de acumulação de espécies utilizando o estimador *Bootstrap* 1. Foram registradas 50 espécies pertencentes a 10 gêneros, incluindo três novos registros para o estado, o que representou a maior riqueza documentada para uma localidade em Minas Gerais em um único estudo. Entre as observações, destaca-se uma interação inédita entre a vespa *Mischocyttarus socialis* (Saussure, 1854) e a ave *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825), constituindo o primeiro registro documentado dessa associação para o Brasil. Como produto técnico foi elaborado um aplicativo educacional, que utiliza elementos de gamificação para aproximar estudantes do ensino médio do conhecimento científico, principalmente da área de Zoologia. Dessa forma, o trabalho amplia as informações sobre a biodiversidade de vespas sociais em diferentes condições ambientais, reforça a importância das Unidades de Conservação para a manutenção das espécies e apresenta o aplicativo como uma ferramenta tecnológica para divulgação científica em contextos educacionais.

**Palavras-chave:** Polistinae. Unidade de Conservação. Campo Rupestre. Gamificação. Aplicativo.

## ABSTRACT

Social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) stand out for their eusocial behavior, ecological interactions, and ecosystem services, such as pollination and biological control. Despite their importance, many Brazilian regions remain underexplored regarding the diversity and nesting patterns of this subfamily. The Pico do Itambé State Park (PEPI), located in the Serra do Espinhaço, Minas Gerais, is one of these areas of high biological relevance that still lack inventories. In this context, this dissertation aimed to survey the fauna of social wasps and document the ecological relationships established by these species with other animals in PEPI, as well as develop a technical product in the form of an educational application. Sampling took place between May 2024 and February 2025, totaling four field campaigns of six days each, amounting to 144 hours of sampling effort, distributed across seven collection points. The capture of wasps was carried out using three distinct methodologies - active search, attractive traps, and Malaise traps, encompassing areas of Campo Rupestre and Atlantic Forest. Specimen identification was performed using taxonomic keys, and sampling effort was evaluated using a species accumulation curve with the Bootstrap 1 estimator. Fifty species belonging to 10 genera were recorded, including three new records for the state, representing the greatest documented richness for a single locality in Minas Gerais in a single study. Among the observations, a novel interaction between the wasp *Mischocyttarus socialis* (Saussure, 1854) and the bird *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825) stands out, constituting the first documented record of this association for Brazil. As a technical product, an educational application was developed, which uses gamification elements to bring high school students closer to scientific knowledge, mainly in the area of Zoology. In this way, the work expands the information on the biodiversity of social wasps in different environmental conditions, reinforces the importance of Conservation Units for the maintenance of species, and presents the application as a technological tool for scientific dissemination in educational contexts.

**Keywords:** Polistinae. Conservation Unit. Campo Rupestre. Gamification. Application.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>12</b>
<i>1.2.1 Objetivo geral .....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.2 Objetivos específicos .....</i>	<i>12</i>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Vespas sociais e os serviços ecossistêmicos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Interações ecológicas entre vespas sociais e aves .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Diversidade de vespas sociais .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Parque Estadual do Pico do Itambé.....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 01 .....</b>	<b>26</b>
<b>ARTIGO .....</b>	<b>26</b>
<b>Social wasp community (Vespidae: Polistinae) from Campo Rupestre associated with Atlantic Forest in a Conservation Unit in southeastern Brazil .....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 02 .....</b>	<b>44</b>
<b>ARTIGO .....</b>	<b>44</b>
<b>NESTING OF <i>Mischocyttarus socialis</i> (Saussure, 1854) (Vespidae: Polistinae) INSIDE THE ABANDONED NEST OF <i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825) (Passeriformes: Rhynchocyclidae) IN SOUTHEASTERN BRAZIL .....</b>	<b>44</b>
<b>3 CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE – Produto Técnico e Tecnológico (PTT) .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A subfamília Polistinae, inserida na família Vespidae e na ordem Hymenoptera, agrupa as vespas sociais, insetos caracterizados pela organização das colônias com divisão de funções entre rainhas e operárias (RICHARDS, 1978; CARPENTER & MARQUES, 2001). Essas espécies contribuem para a manutenção dos ecossistemas, pois podem atuar como polinizadoras, predadoras e bioindicadoras da qualidade ambiental (SOUZA et al., 2010; PREZOTO et al., 2019; BROCK et al., 2021). Na agricultura, por exemplo, o controle natural de pragas realizado por elas auxilia na redução da necessidade de defensivos químicos, o que fortalece o manejo integrado de pragas e o uso de alternativas mais sustentáveis na produção agrícola (SILVA & FRANCO-ASSIS, 2021; OLIVEIRA et al., 2022).

Além dessas características associadas aos serviços ecossistêmicos, vários estudos descrevem o comportamento ecológico das vespas com outros animais, dentre eles, o mais comum são as aves. As interações estabelecidas entre essas duas espécies têm padrões distintos, visto que variam desde comensalismo ao predatismo, revelando uma rede dinâmica e complexa de relações (CARVALHO et al., 2023; SOMAVILLA et al., 2024).

Apesar de o Brasil abrigar mais de 370 espécies de vespas sociais (HERMES & SOMAVILLA, 2025), o conhecimento sobre sua distribuição apresenta lacunas, especialmente em ambientes de transição entre biomas. Minas Gerais concentra boa parte dos inventários, mas ainda há locais onde não foram feitos levantamentos, como é o caso do Parque Estadual do Pico do Itambé (PEPI) (JACQUES et al., 2024). Trata-se de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral inserida em um ecótono entre Cerrado, Mata Atlântica e Campo Rupestre, que apresenta alta variação altitudinal, abastece importantes bacias hidrográficas e possui uma área com 6.520 hectares (SEMAD, 2022; IEF, 2025).

Essas características conferem ao parque condições propícias para a ocorrência de espécies com diferentes requisitos ecológicos, mas, paradoxalmente, não há inventários publicados sobre vespas sociais nessa área, o que limita a compreensão da composição faunística local, dificulta o planejamento de ações de conservação e manejo da biodiversidade no PEPI. Portanto, a realização de levantamentos nessa região é essencial para suprir a carência de informações científicas sobre alguns taxóns, como as vespas sociais e ampliar a representatividade dos dados sobre a diversidade de Polistinae em Minas Gerais.

Além de gerar novos conhecimentos acerca dessas espécies, este estudo pode auxiliar na elaboração de programas voltados à educação ambiental e à divulgação científica. Nesse sentido, os resultados desta pesquisa foram aplicados na elaboração de um produto

técnico de caráter educacional, um aplicativo que busca aproximar a sociedade, especialmente estudantes, da biodiversidade e do conhecimento sobre a Zoologia.

Assim, o presente trabalho teve como objetivos inventariar a fauna de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) do Parque Estadual do Pico do Itambé, documentar aspectos de sua nidificação e desenvolver um produto técnico em formato de aplicativo educacional. Espera-se, com a pesquisa, identificar novos registros para o estado de Minas Gerais, auxiliar no aprimoramento dos estudos sobre essas espécies e incentivar a conservação das vespas sociais na Serra do Espinhaço e também em outros ambientes.

### **1.1 Justificativa**

O conhecimento científico sobre a biodiversidade brasileira tem avançado de forma desigual entre os grupos taxonômicos e as regiões geográficas, o que gera menos informações para a compreensão dos ecossistemas. Mesmo com o crescimento dos estudos de diversidade no século XXI, insetos como as vespas sociais permanecem pouco representados em inventários, embora desempenhem funções essenciais no equilíbrio ambiental. Essa ausência de informações além de limitar o entendimento da dinâmica ecológica, prejudica a definição de estratégias de conservação voltadas para espécies e habitats ameaçados.

O Parque Estadual do Pico do Itambé, inserido na Serra do Espinhaço, abriga uma área caracterizada por diferentes formações vegetais, variação altitudinal e presença de importantes nascentes. Porém, mesmo com este destaque biológico e cultural, há poucos trabalhos dentro da Unidade de Conservação voltados para o levantamento de espécies, principalmente de invertebrados, como é o caso das vespas sociais, o que torna o parque um espaço relevante para estudos de diversidade e interações ecológicas.

Ao mesmo tempo, os inventários biológicos e qualquer outra pesquisa só alcançam de fato seu propósito quando extrapolam o meio acadêmico e chegam à sociedade. Uma maneira de fazer isso é por meio da divulgação científica, que reúne um conjunto de técnicas e atividades para aproximar a ciência de diferentes públicos. Desse modo, além de colaborar para o aumento dos dados sobre as vespas sociais em Minas Gerais e no Brasil, esta dissertação tem o intuito de elaborar um produto técnico que funcione como um instrumento de integração entre ciência, tecnologia e educação. Para isso, foi criado um aplicativo para facilitar o estudo da Zoologia, área dentro da Biologia que estuda o Reino Animalia, onde as vespas sociais estão inseridas.

Ademais, o presente trabalho alia-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre eles podemos citar o ODS 15 (Vida Terrestre), uma

vez que busca-se ampliar informações para a conservação da fauna; o ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), pois destaca-se como a prestação dos serviços ecossistêmicos é importante para a manutenção ambiental; e o ODS 4 (Educação de Qualidade), porque visa estimular o conhecimento científico em contextos educacionais através de um produto técnico que facilite o processo de ensino-aprendizagem.

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo geral***

Inventariar a fauna de vespas sociais do Parque Estadual do Pico do Itambé – MG e desenvolver um produto técnico de caráter educativo voltado para a divulgação científica e a valorização da biodiversidade animal.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

- Realizar o levantamento das espécies de vespas sociais presentes no Parque Estadual do Pico do Itambé, a fim de ampliar os registros para Minas Gerais e para a Serra do Espinhaço;
- Registrar e analisar interações ecológicas estabelecidas entre vespas sociais e outras espécies, em especial aves;
- Produzir um aplicativo educacional que integre conteúdos de Zoologia e educação ambiental, contribuindo para a popularização da ciência em ambientes escolares.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Vespas sociais e os serviços ecossistêmicos

As vespas sociais pertencem à ordem Hymenoptera, família Vespidae, e subfamília Polistinae, sendo reconhecidas pela complexidade comportamental e pela importância ecológica (RICHARDS, 1978; CARPENTER & MARQUES, 2001). Esse grupo de insetos, popularmente denominados como “marimbondos” e/ou vespídeos (SOUZA & ZANUNCIO, 2012), incluem espécies eussociais cuja principal característica está na organização das colônias com divisão de trabalho entre rainhas e operárias (SILVA, 2011).

A subfamília Polistinae é composta por três tribos com características distintas: Polistini, Mischocyttarini e Epiponini (CARPENTER & ANDENA, 2013). As duas primeiras têm um tipo de fundação de colônias predominantemente independente, enquanto Epiponini apresenta o comportamento de enxameamento, que possibilita a formação de colônias com várias rainhas e muitas operárias (JEANNE, 1972). Esse modo de fundação além de contribuir para o sucesso de dispersão das espécies, favorece sua adaptação a diferentes ambientes (CARPENTER, 2004). A morfologia dos ninhos e a composição dos materiais utilizados na construção também variam entre as tribos e funcionam como importantes marcadores taxonômicos (NASCIMENTO et al., 2008; PREZOTO & CLEMENTE, 2010).

As vespas sociais exercem importantes papéis ecológicos, sobretudo por meio do comportamento de forrageio (CLEMENTE et al., 2012), que está relacionado à coleta de recursos alimentares e materiais para a construção de seus ninhos, o que influencia diretamente na sobrevivência da colônia (PREZOTO et al., 2020). Durante essa atividade, esses insetos atuam como polinizadores generalistas, pois visitam flores de diferentes espécies vegetais e promovem a reprodução cruzada entre elas (PEREIRA, 2014; BROCK et al., 2021). Além disso, capturam presas, em especial larvas de lepidópteros, o que contribui para o controle natural de pragas agrícolas (PREZOTO et al., 2019).

Esse potencial de predação coloca as vespas sociais como agentes promissores no controle biológico (SILVA & FRANCO-ASSIS, 2021), uma vez que sua presença em ambientes agrícolas pode reduzir significativamente o uso de defensivos químicos, oferecendo uma alternativa sustentável e economicamente viável para o manejo integrado de pragas (SCHOENINGER et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2022).

Além dessas funções ecossistêmicas, as vespas sociais são consideradas bioindicadoras da qualidade ambiental, pois a sensibilidade desses insetos a alterações nas condições abióticas, como temperatura, umidade e luminosidade, permite avaliar o grau de

degradação de determinados ecossistemas. Além disso, a presença ou a ausência de certas espécies pode refletir o estado de conservação de uma área, tornando esses insetos úteis no monitoramento ambiental e na definição de estratégias de conservação da biodiversidade (SOUZA et al., 2010; CLEMENTE et al., 2021).

No que refere-se ao comportamento de nidificação, este pode ser diretamente influenciado por fatores ambientais e estruturais da paisagem (BARBOSA et al., 2021; OLIVEIRA & SOUZA, 2024), visto que espécies mais especializadas preferem vegetações com características morfológicas específicas, como folhas largas e troncos com diâmetro adequado (HENRIQUES et al., 1992; SANTOS & GOBBI, 1998; CRUZ et al., 2006). Por outro lado, algumas espécies desenvolveram elevado grau de sinantropismo, adaptando-se à nidificação em edificações urbanas (MICHELLUTI et al., 2013; BARBOSA et al., 2020).

Outra característica marcante das vespas sociais é a possibilidade de interagirem ecologicamente com outros animais, sejam eles vertebrados e/ou invertebrados (VILELA et al., 2008). Entre os grupos que normalmente associam-se aos vespídeos estão os morcegos, as aves e as formigas (JEANNE, 1970; SOUZA et al., 2013), onde podem ser estabelecidas relações tanto harmônicas quanto desarmônicas (BARBOSA et al., 2014). Nesse contexto, as interações entre aves e vespas sociais apresentam-se como um campo de estudo a ser explorado, a fim de esclarecer os aspectos envolvidos na dinâmica dessa relação (MILANI & SOUZA, 2018).

## **2.2 Interações ecológicas entre vespas sociais e aves**

As vespas sociais e as aves se relacionam de várias maneiras na natureza, onde formam interações que podem ser positivas, negativas ou neutras para uma ou ambas as espécies envolvidas (BARBOSA et al., 2014). De modo geral, têm sido relatados casos nos quais aves constroem seus ninhos próximos a colônias de vespas sociais, possivelmente na tentativa de buscar proteção contra predadores, devido ao comportamento defensivo desses insetos (CARVALHO et al., 2023).

Entre as interações mais frequentemente registradas, destaca-se a aproximação de aves da família Tyrannidae, como *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825), às colônias de vespas do gênero *Polybia* Lepeletier, 1836, observada em diversas regiões brasileiras, com destaque para os biomas Mata Atlântica e Cerrado (MENEZES et al., 2014; SILVA et al., 2023; OLIVEIRA & SOUZA, 2024). A presença de ninhos de aves a menos de um metro das colônias de vespas sugere uma estratégia de defesa passiva, em que a ave se beneficia da proteção conferida pela agressividade das vespas, sem provocar interferências ou causar prejuízos diretos

às colônias (SOUZA et al., 2024). Por essa razão, muitas dessas relações têm sido classificadas como comensalismo (SAZIMA & D'ANGELO, 2015, SOUZA et al., 2017).

Em casos mais específicos, estudos relataram interações com espécies menos comuns nesse tipo de associação. *Certhiaxis cinnamomeus* (Gmelin, 1788), por exemplo, foi observado nidificando próximo a uma colônia de *Polybia scutellaris* (White, 1841) em ecótono entre Cerrado e Mata Atlântica, o que representa um registro inédito para essa espécie da família Furnariidae (OLIVEIRA et al., 2024). A possível proteção contra predadores fornecida pelas vespas poderia explicar essa escolha de local, conforme já proposto por outros autores ao observarem comportamento semelhante em diferentes espécies de aves (SOMAVILLA et al., 2013; ALMEIDA & ANJOS-SILVA, 2015; MILANI & SOUZA, 2018).

Além das aves que constroem seus ninhos próximos a colônias ativas, também há relatos de aves que utilizam ninhos abandonados de vespas sociais. Um exemplo é o caso de *Thraupis sayaca* (Linnaeus, 1766), registrada utilizando um ninho de Epiponini desativado como local de reprodução, o que pode representar uma alternativa vantajosa, tanto em termos de proteção contra predadores quanto de isolamento térmico (ARAÚJO et al., 2025). Ainda não se sabe se esse comportamento é recorrente ou pontual, mas o registro amplia o entendimento sobre o aproveitamento de estruturas construídas por outros organismos na avifauna.

Situações contrárias também podem acontecer, isto é, vespas utilizando ninhos de aves para nidificação, como registrado por Oliveira e Souza (2024) no município de Prado, Minas Gerais, em área de Cerrado. Nesse estudo, *Mischocyttarus cassununga* (R. Von Ihering, 1903) foi encontrado nidificando na porção inferior de um ninho ativo de *Phacellodomus rufifrons* (Wied, 1821). Trata-se do primeiro relato dessa interação para as duas espécies, o que reforça a importância de pesquisas adicionais sobre os mecanismos que promovem e regulam tais associações.

Uma possível relação mutualística entre aves e vespas foi identificada pela primeira vez no trabalho de Bologna et al. (2007) realizado em uma área de savana no centro da Namíbia. A interação deu-se entre a vespa social *Belonogaster lateritia* Gerstaecker, 1857 e a ave *Philetarius socius* (Latham, 1790). Nas observações feitas durante a pesquisa, notou-se que *B. lateritia* utilizava a parte inferior do ninho da ave como substrato para fixar o pedúnculo da colônia. Além disso, alimentavam-se das moscas atraídas pelas fezes do pássaro, que tinha como proveito uma maior proteção de seu ninho devido ao comportamento ofensivo da vespa.

Embora as interações citadas acima sejam geralmente descritas como positivas ou neutras, existem exceções. O pica-pau-branco, *Melanerpes candidus* (Otto, 1796), por exemplo, é uma ave conhecida por predação de ninhos de vespas, utilizando táticas específicas para afastar os

insetos defensores e se alimentar de suas crias. O comportamento foi detalhado por Sazima (2014), que descreveu a forma cuidadosa com que o pica-pau se aproxima dos ninhos, reduzindo o risco de ser atacado. Já Somavilla et al (2024) documentaram o oposto, ou seja, vespa predando a ave. A observação ocorreu em um ninho ativo de *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812), no qual um filhote foi predado por *Polistes canadensis* (Linnaeus, 1758) em uma área urbana da Caatinga, no nordeste brasileiro.

Dessa forma, as interações ecológicas entre vespas sociais e aves demonstram uma diversidade de estratégias comportamentais e adaptativas que envolvem proteção mútua (BOLOGNA et al., 2007), uso compartilhado de recursos (ARAÚJO et al., 2025) e até antagonismo (SAZIMA, 2014; ROSSETTO, 2021; SOMAVILLA et al., 2024). Ainda que muitas dessas relações aparentem beneficiar as aves sem causar impactos negativos às vespas (MENEZES et al., 2014; ALMEIDA & ANJOS-SILVA, 2015; SAZIMA & D'ANGELO, 2015; SOUZA, 2017; MILANI & SOUZA, 2018; CARVALHO et al., 2023; SILVA et al., 2023; OLIVEIRA & SOUZA, 2024; OLIVEIRA et al., 2024; SOUZA et al., 2024) algumas evidências sugerem que essas também podem se beneficiar em determinados contextos.

Por isso, estudos futuros são necessários para entender melhor a frequência, os fatores relacionados e os efeitos dessas associações sobre a ecologia e a conservação das espécies envolvidas. Assim, a realização de inventários faunísticos, especialmente em diferentes biomas e regiões sub-amostradas, é fundamental para documentar a ocorrência de interações entre aves e vespas sociais, identificar padrões de comportamento e mapear a distribuição e a diversidade das espécies.

### **2.3 Diversidade de vespas sociais**

O Brasil abriga uma expressiva diversidade de vespas sociais, com mais de 370 espécies descritas até o momento, distribuídas em diferentes biomas e regiões do país (HERMES & SOMAVILLA, 2025). Entretanto, o conhecimento sobre a diversidade desses insetos não é homogêneo no território nacional, visto que a maioria dos inventários encontra-se na região Sudeste, enquanto outras regiões permanecem subamostradas, o que evidencia a necessidade de ampliar as pesquisas nestes locais (BARBOSA et al., 2016; FRANCISCO et al., 2023).

Em Minas Gerais, os estudos de diversidade de vespas sociais têm avançado nas últimas décadas e registram até o momento 118 espécies pertencentes à subfamília Polistinae, das quais 74 são consideradas raras, pois ocorrem em menos de 20% das áreas amostradas (JACQUES et al., 2024). O estado possui inventários distribuídos em 32 localidades, dentre

elas algumas são em Unidades de Conservação (UC's) e outras não, onde são contemplados biomas como Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, sendo neste último o maior número de pesquisas realizadas (SOUZA & PREZOTO, 2006; JACQUES et al., 2015). Regiões como o norte de Minas e áreas de transição entre biomas permanecem pouco exploradas, e a carência de dados limita a compreensão da real diversidade desses insetos no território mineiro (FRANCISCO et al., 2023).

As metodologias de coleta empregadas nos inventários incluem tanto métodos ativos como passivos (NOLL & GOMES, 2009; SANTOS et al., 2020). Dentre eles, a busca ativa é considerada a técnica mais tradicional e consiste na captura direta de indivíduos em voo ou em seus ninhos, com o auxílio de redes entomológicas (SOUZA & PREZOTO, 2006; JACQUES et al., 2018). Outra estratégia muito aplicada é o uso de armadilhas atrativas, confeccionadas em garrafas PET e iscas à base de mel, melaço, caldo de sardinha ou sucos de frutas como maracujá, goiaba e abacaxi, cuja fermentação libera compostos voláteis capazes de atrair as vespas (RAW, 1998; ELMQUIST & LANDOLT, 2018). Além desses dois métodos, também é comum utilizar a armadilha *Malaise*, que intercepta o voo dos insetos e os direciona a um recipiente coletor, onde posteriormente são retirados (SOUZA et al., 2015).

Apesar dos avanços nos inventários em Minas Gerais, observa-se que determinadas áreas de relevância ecológica ainda não foram catalogadas (JACQUES et al., 2024). Um exemplo é o Parque Estadual do Pico do Itambé, localizado na região central do estado, que reúne ambientes de Cerrado, Mata Atlântica e Campo Rupestre (CARDOSO et al., 2020), mas carece de registros formais sobre a diversidade de vespas sociais.

#### **2.4 Parque Estadual do Pico do Itambé**

O Parque Estadual do Pico do Itambé (PEPI) está localizado na região central de Minas Gerais (18°26'37.7"S; 43°20'20.4"W) e engloba áreas dos municípios de Santo Antônio do Itambé, Serro e Serra Azul de Minas (IEF, 2025). O parque, criado em 1998 e com uma área de 6.520 hectares, integra a cadeia do Espinhaço, uma das mais importantes formações geológicas e biogeográficas do Brasil, que se estende por mais de mil quilômetros do centro mineiro até o sul do Piauí (CHAVES et al., 2012). O Pico do Itambé, ponto culminante do parque com 2.062 metros de altitude, destaca-se como marco geográfico e ecológico da região, e é caracterizado como o ponto mais alto da Serra do Espinhaço em Minas Gerais (SEMAD, 2022).

A origem do nome “Itambé” remete à língua indígena e significa “pedra afiada”, uma alusão à natureza quartzítica de suas formações rochosas (IEF, 2025). O clima da região é

tipicamente tropical, com duas estações bem definidas: um período seco, que normalmente dura de abril a outubro, e outro chuvoso, entre novembro e março. A média anual de chuvas varia entre 1.250 e 1.550 mm, enquanto a temperatura média se mantém em torno de 18 a 19 °C, podendo atingir 35 °C no verão e mínimas de 4 °C no inverno (NEVES et al., 2005).

A região é conhecida como “caixa d’água” do estado, pois abriga diversas nascentes que alimentam duas importantes bacias hidrográficas: a do rio Doce e a do rio Jequitinhonha. Essa característica hidrográfica é intensificada pela presença de turfeiras, que são áreas encharcadas formadas por matéria orgânica com alta capacidade de retenção de água, auxiliando no abastecimento da população local (SEMAD, 2022).

A diversidade fisionômica do PEPI está relacionada à coexistência de formações vegetais típicas dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Campo Rupestre (CARDOSO et al., 2020), este último considerado por alguns autores como uma fitofisionomia do Cerrado (RIBEIRO et al., 1998), e por outros como um bioma próprio devido às suas características ambientais, como elevada taxa de endemismo (OLIVEIRA et al., 2015; SILVEIRA et al., 2016). A flora do parque abriga espécies endêmicas, raras e ameaçadas, como o angico-branco, ipê-amarelo, jacarandá-da-bahia, além de orquídeas e bromélias como a *Orthophytum itambense* Versieux & Leme, 2007, descoberta nos paredões da Cachoeira da Fumaça (IEF, 2025; SEMAD, 2022).

A fauna também é conhecida pela sua diversidade, com espécies como o tamanduá-mirim, lobo-guará, jaguatirica e sussuarana, além da descoberta do anfíbio *Crossodactylodes itambe* Barta, Santos, Leite & Garcias, 2013, cuja existência está diretamente associada a uma única espécie de bromélia dos campos rupestres, em altitudes superiores a 1.800 metros (SEMAD, 2022). Em relação aos invertebrados, os dados existentes concentram-se na Serra do Espinhaço como um todo, onde já foram realizados estudos com alguns grupos, por exemplo, abelhas (AZEVEDO et al., 2008), formigas, besouros, borboletas e mariposas (QUEIROZ et al., 2018). Contudo, especificamente no PEPI, ainda não há inventários específicos para esses tipos de animais, o que reforça a necessidade da realização de levantamentos para vários grupos, como as vespas sociais, que ainda não foram estudadas nesta Unidade de Conservação.

Além da riqueza natural, o parque oferece estrutura para atividades de educação ambiental, turismo ecológico e pesquisa científica. Os atrativos a as atividades mais comuns dentro do parque incluem trilhas como a do Pico do Itambé e a dos Tropeiros, e visitação às cachoeiras, tais como, Cachoeira da Fumaça, Cachoeira do Rio Vermelho e Cachoeira do Neném (IEF, 2025).

Essas características fazem com que o Parque Estadual do Pico do Itambé seja reconhecido como uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, que contribui diretamente para a proteção dos recursos naturais, para a conservação da biodiversidade e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos da Serra do Espinhaço e do Brasil como um todo (SEMAD, 2022).

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. M.; ANJOS-SILVA, E. J. Associations between birds and social wasps in the Pantanal wetlands. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 3, p. 305-308, set. 2015.
- ARAÚJO, Lucas Camargos da Silva et al. *Thraupis sayaca* (Passeriforme: Thraupidae) nesting in an abandoned nest of a social wasp. **Ornithology Research**, v. 33, n. 1, p. 24, 2025.
- AZEVEDO, Alexsander Araújo et al. Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 126-157, 2008.
- BARBOSA, B. C. et al. Studies of social wasp diversity in Brazil: over 30 years of research, advancements and priorities. **Sociobiology**, Chico, v. 63, n. 3, p. 858-880, sept. 2016.
- BARBOSA, B. C.; MACIEL, T. T.; PREZOTO, F. Eficiência de métodos de amostragem de vespas sociais/Efficiency of social wasp sampling methods. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 83225-83236, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-670>.
- BARBOSA, B. C.; MACIEL, T. T.; PREZOTO, F. Nesting habits of neotropical social wasps. In: PREZOTO, F.; NASCIMENTO, F. S.; BARBOSA, B. C.; SOMAVILLA, A. (eds.). **Neotropical Social Wasps: Basic and Applied Aspects**. Cham: Springer, 2021. p. 85-98.
- BARBOSA, B. C.; PASCHOALINI, M. F.; PREZOTO, F. Temporal activity patterns and foraging behavior by social wasps (Hymenoptera, Polistinae) on fruits of *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 239-242, 2014.
- BOLOGNA, M. A. et al. A previously unreported association between a social wasp and a social passerine bird. **Tropical Zoology**, v. 20, p. 211-214, jul. 2007.
- BROCK, R. E.; CINI, A.; SUMNER, S. Ecosystem services provided by aculeate wasps. **Biological Reviews**, v. 96, n. 4, p. 1645-1675, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12719>.
- CARDOSO, P. H.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. Verbenaceae no Parque Estadual do Pico do Itambé, Estado de Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**, v. 47, e122020, 2020.
- CARPENTER, J. M. Synonymy of the genus *Marimbonda* (Richards, 1978), with *Leipomeles Möbius*, 1856 (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae), and a new key to the genera of paper wasps of the New World. **American Museum Novitates**, n. 3456, p. 1-16, 2004.
- CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespidae)**. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Série Publicações Digitais, 2001. 147 p.
- CARPENTER, T. M.; ANDENA, S. R. **The Vespidae of Brazil**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 2013. 42 p.

CARVALHO, J. B. et al. Nesting of birds associated with social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Brazilian Cerrado. **Ornithology Research**, v. 31, p. 240-243, jun. 2023.

CHAVES, M. L. D. S. C.; ANDRADE, K. W.; BENITEZ, L. Pico do Itambé, Serra do Espinhaço, MG: imponente relevo residual na superfície de erosão Gondwana. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, 2012. Disponível em: <https://www.sigep.eco.br/sitio057/sitio057.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

CLEMENTE, M. A. et al. Flower-visiting social wasps and plants interaction: network pattern and environmental complexity. **Psyche: A Journal of Entomology**, p. 1-10, 2012.

CLEMENTE, M. A. et al. Effectiveness of two sampling methods for social wasps in different ecosystems. **EntomoBrasilis**, e918, 2021.

CRUZ, J. D. et al. Nest site selection and flying capacity of the Neotropical wasp *Angiopolybia pallens* (Lepeletier, 1836) (Hymenoptera: Vespidae) in the Atlantic Rain Forest, Bahia State, Brazil. **Sociobiology**, Chico, v. 47, n. 3, p. 739-750, 2006.

ELMQUIST, D. C.; LANDOLT, P. J. Associative learning of food odors by the European paper wasp, *Polistes dominula* Christ (Hymenoptera: Vespidae). **Environmental Entomology**, v. 47, n. 4, p. 960-968, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy083>.

FRANCISCO, S. C. C. et al. Social wasps (Vespidae: Polistinae) in Cerrado and Caatinga conservation units, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica (Edição em Inglês)**, v. 23, n. 4, 2023.

HENRIQUES, R. P. B.; DINIZ, I. R.; KITAYAMA, K. Nest density of some social wasp species in Cerrado vegetation of Central Brazil (Hymenoptera: Vespidae). **Entomologia Generalis**, Stuttgart, v. 17, n. 4, p. 265-269, dez. 1992.

HERMES, M. G.; SOMAVILLA, A. Vespidae. In: JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. Rio de Janeiro: JBRJ, 2025. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/4019>. Acesso em: 13 ago. 2025.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). Parque Estadual do Pico do Itambé. 2025. Disponível em: <https://ief.mg.gov.br/w/parque-estadual-do-pico-do-itambe->. Acesso em: 17 ago. 2025.

JACQUES, G. C. et al. Evaluating the efficiency of different sampling methods to survey social wasps (Vespidae: Polistinae) in an anthropized environment. **Sociobiology**, v. 65, n. 3, p. 515, 2018. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i3.2849>.

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. C. et al. Social wasps (Vespidae: Polistinae) of Minas Gerais, Brazil: richness and distribution. **Revista Chilena de Entomología**, v. 50, n. 4, p. 701-736, 2024.

JEANNE, R. L. Chemical defense of brood by a social wasp. **Science**, v. 168, n. 3938, p. 1465-1466, 1970.

JEANNE, R. L. Social biology of the Neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology**, v. 144, p. 63-150, 1972.

MENEZES, J. C. T.; BARBOSA, B. C.; PREZOTO, F. Previously unreported nesting associations of Yellow-Olive Flycatcher (*Tolmomyias sulphurescens*) (Aves: Tyrannidae) with social wasps and bees. **Ornitología Neotropical**, v. 25, p. 363-368, 2014.

MICHELUTTI, K. B.; MONTAGNA, T. S.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Effect of habitat disturbance on colony productivity of the social wasp *Mischocyttarus consimilis* Zikán (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v. 60, p. 96-100, 2013. DOI: 10.13102/sociobiology.v60i1.96-100.

MILANI, L. R.; SOUZA, M. M. Associação entre vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) e a ave *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825) (Passeriformes: Rhynchocyclidae) no sul do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 40, n. 1, p. 49-54, mar. 2018.

NASCIMENTO, F. S.; TANNURE-NASCIMENTO, I. C.; MATEUS, S. Vespas sociais neotropicais: padrões comportamentais, regulação social e arquitetura de ninho. In: VILELA, E. F. (Ed.) et al. **Insetos Sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa, Ed. UFV, 2008. p. 47-67.

NEVES, S. C.; ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S. Fisiografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. p. 47-58.

NOLL, F. B.; GOMES, B. An improved bait method for collecting Hymenoptera, especially social wasps (Vespidae: Polistinae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 4, p. 477-481, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000400006>.

OLIVEIRA, N. S. et al. The importance of legal reserve for predator social wasp diversity in an agroecosystem in the Brazilian Cerrado. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 59, n. 2, p. 360-369, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650521.2022.2147045>.

OLIVEIRA, G. S.; SOUZA, M. M. Anidación de *Mischocyttarus cassununga* (R. von Ihering, 1903) (Vespidae: Polistinae), en un nido de *Phacellodomus rufifrons* (Wied, 1821) (Furnariidae) en el Cerrado brasil. **Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay**, v. 28, p. 30-33, 2024.

OLIVEIRA, G. C. S.; GOUVÊA, T. P.; SOUZA, M. M. Record of a possible interaction between *Certhiaxis cinnamomeus* (Passeriformes, Furnariidae) and the social wasp *Polybia scutellaris* (White, 1841) (Hymenoptera, Polistinae) in Brazil. **Fundación Miguel Lillo**, 2024.

OLIVEIRA, R. S. et al. Mineral nutrition of *campos rupestres* plant species on contrasting nutrient-impooverished soil types. **New Phytologist**, v. 205, n. 3, p. 1183-1194, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.13175>.

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

PREZOTO, F. et al. Pest control potential of social wasps in small farms and urban gardens. **Insects**, v. 10, n. 7, p. 192, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects10070192>.

PREZOTO, F. et al. **Neotropical Social Wasps: Basic and Applied Aspects**. Cham: Springer, 2020. E-book.

PREZOTO, F.; CLEMENTE, M. A. Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **MG Biota**, v. 3, p. 22-31, 2010.

QUEIROZ, S. N. P. et al. Polinizadores e visitantes florais da Cadeia do Espinhaço: o estado da arte. **Revista Espinhaço**, 2018.

RAW, A. Foraging behaviour of Polistinae wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a Brazilian city. **Tropical Zoology**, v. 11, n. 2, p. 199-210, 1998.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, C. B. M. T. W. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. 1998.

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

ROSSETTO, E. S. Primeiro limpe, depois coma – registro do ataque de um bando de pica-paus-brancos a um ninho de vespas sociais. **Revista Eixo**, v. 10, n. 3, p. 41-48, 2021.

SANTOS, J. C.; FERNANDES, G. W. Social wasp sampling methods. In: SANTOS, J. C.; FERNANDES, G. W. (ed.). **Measuring Arthropod Biodiversity: A Handbook of Sampling Methods**. [S.l.]: Springer, 2020. p. 83-106.

SANTOS, G. M. M.; GOBBI, N. Nesting habits and colonial productivity of *Polistes canadensis canadensis* (L.) (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em uma área de caatinga em Ipirá, Bahia, Brasil. **Journal of Advanced Zoology**, Gorakhpur, v. 19, n. 2, p. 63-69, jan. 1998.

SAZIMA, I.; D'ANGELO, G. B. Associações de aves com insetos sociais: um sumário no Sudeste do Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 105, n. 3, p. 333-338, set. 2015.

SAZIMA, I. Tap patiently, hit safely: a preying tactic of the White Woodpecker on social wasp nests. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 22, n. 3, p. 292-296, 2014.

SCHOENINGER, K.; SOMAVILLA, A.; KOHLER, A. Occurrence of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in farming of organic tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) in south of Brazil. **Sociobiology**, v. 67, n. 1, p. 106-111, 2020. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i1.4598>.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMAD). **Plano de Manejo – Parque Estadual do Pico do Itambé**. 2022. Disponível em: <https://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/xsxYgMeEfm12ZpV21awnJCEjsm82KXOs.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2025.

SILVA, E. S.; FRANCO-ASSIS, G. A. Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em um plantio de eucalipto no município de Barreiras, Bahia. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 24, n. 2, p. 88-100, 2021. DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/rebram/2021.v24i2.1032>.

SILVA, E. S.; SANTOS, J. L.; NORONHA, W. S.; BARBOSA, B. C. New records of association between social wasp colonies and the Yellow Flycatcher *Tolmomyias* spp. (Passeriformes: Rhynchocyclidae) in Northeast Brazil. **Entomological Communications**, v. 5, p. ec05011, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec05011>.

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

SILVEIRA, F. A. O. et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: A neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v. 403, p. 129-152, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2637-8>.

SOMAVILLA, A. et al. Association among wasps' colonies, ants and birds in Central Amazonian. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 308-313, 2013.

SOMAVILLA, A.; SOARES, M. M. M.; BARBOSA, B. C. Predation of *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812) (Apodiformes: Trochilidae) hummingbird chicks by *Polistes canadensis* (Linnaeus, 1758) (Polistinae: Polistini): A new predatory interaction documented in the Brazilian Caatinga. **Entomological Communications**, v. 6, p. ec06023, 2024. DOI: <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec06023>.

SOUZA, M. M. et al. 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**, v. 8, p. 174-179, 2015. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v8i3.519>.

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

SOUZA, M. M.; BRUNISMANN, A. G.; PIRES, E. P. Nesting associations between *Chartergus globiventris* Saussure (Hymenoptera: Vespidae) and *Tolmomyias sulphurescens* Spix (Passeriformes: Tyrannidae) in southeastern Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 1, p. 51-53, 2017.

SOUZA, M. M.; PRES, E. P.; PREZOTO, F. Nidification of *Polybia rejecta* (Hymenoptera: Vespidae) associated to *Azteca chartifex* (Hymenoptera: Formicidae) in a fragment of Atlantic Forest, in the state of Minas Gerais, southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, p. 390-392, 2013.

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

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, n. 2, p. 387-396, 2010.

SOUZA, M. M.; MOURA, A. S.; OLIVEIRA, G. C. S. Nesting of *Pachyramphus cf. polychopterus* (Passeriformes: Tityridae) associated with *Polybia fastidiosuscula* de Saussure, 1854 (Hymenoptera: Vespidae) in an anthropized area of Atlantic Forest, southeastern Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais**, v. 19, n. 2, 2024.

VILELA, E. F. et al. **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: UFV, 2008.

## CAPÍTULO 01

### ARTIGO

#### **Social wasp community (Vespidae: Polistinae) from Campo Rupestre associated with Atlantic Forest in a Conservation Unit in southeastern Brazil**

Aceito para publicação - Acta Scientiarum. Biological Sciences

Jeicilene Barros Carvalho<sup>1</sup>, Andressa Negri Palandi<sup>2</sup>, Francesca Victorino Zabatiero<sup>3</sup>, Thainara Brito Gonçalves<sup>4</sup>, Orlando Tobias Silveira<sup>5</sup>, Gabriel de Castro Jacques<sup>6</sup>, Marcos Magalhães de Souza<sup>7</sup>

1 - Federal Institute of Education, Science and Technology of Minas Gerais - Bambuí Campus. E-mail: [jeicilenebarroscarvalho@gmail.com](mailto:jeicilenebarroscarvalho@gmail.com). 2 - Federal Institute of Education, Science and Technology of Southern Minas Gerais - Inconfidentes Campus. E-mail: [dessapalandi@hotmail.com](mailto:dessapalandi@hotmail.com). 3 - Federal Institute of Education, Science and Technology of Southern Minas Gerais - Inconfidentes Campus. E-mail: [francesca.victorino@ifsuldeminas.edu.br](mailto:francesca.victorino@ifsuldeminas.edu.br). 4 - Federal University of Lavras. E-mail: [thainarabrittooo@gmail.com](mailto:thainarabrittooo@gmail.com). 5 - Emílio Goeldi Paraense Museum, Belém, Pará. E-mail: [orlando@museu-goeldi.br](mailto:orlando@museu-goeldi.br). 6 - Federal Institute of Education, Science and Technology of Minas Gerais - Bambuí Campus. E-mail: [gabriel.jacques@ifmg.edu.br](mailto:gabriel.jacques@ifmg.edu.br). 7 - Federal Institute of Education, Science and Technology of Southern Minas Gerais. E-mail: [marcos.souza@ifsuldeminas.edu.br](mailto:marcos.souza@ifsuldeminas.edu.br).

**ABSTRACT.** Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) play important ecological roles, such as pollination and biological control; however, certain Brazilian biomes, such as the *Campo Rupestre*, remain under-sampled. In this context, the present study aimed to inventory the community of these insects in a *Campo Rupestre* area associated with Atlantic Forest vegetation in the Pico do Itambé State Park, southeastern Brazil. Complementary sampling methods (active search, attractive traps, and Malaise trap) were employed over the course of one year. A total of 50 species from 10 genera were recorded, including three new records for the state of Minas Gerais. The high species richness observed is likely related to the region's environmental complexity, altitudinal variation, and vegetation mosaic. These findings highlight the

importance of conservation units located in ecotonal zones as priority areas for the conservation of the Neotropical social wasp fauna.

**KEYWORDS:** Biodiversity; Espinhaço Range; Inventory; Conservation.

## INTRODUCTION

*Campo Rupestre* is considered by some authors to be a physiognomic subtype of the Cerrado (Ribeiro et al. 1998), while others regard it as a distinct biome (Oliveira et al. 2015; Silveira et al. 2016). Although it covers only about 3% of Brazil's territory, it harbors approximately 15% of the country's flora, exhibits high rates of endemism, and represents the center of distribution for several botanical families (Giulietti & Hensold, 1990; Mello-Silva, 2008). This ecosystem is characterized by quartzite outcrops occurring above 900 meters in elevation and is embedded in a mosaic landscape with the Atlantic Forest, Caatinga, and Cerrado biomes, being most prevalent in the states of Bahia, Goiás, and Minas Gerais (Silveira et al. 2016). Despite its ecological significance, there are still substantial knowledge gaps regarding many taxonomic groups, including social wasps (Vespidae: Polistinae) (Souza et al. 2010; Prezoto & Clemente, 2010), therefore, although Minas Gerais is the best-studied Brazilian state for social wasps, biomes such as the *Campo Rupestre* remain poorly sampled, which creates gaps in biogeographic understanding and conservation planning.

These eusocial insects provide key ecosystem services, such as biological control of arthropod populations and pollination of various plant species (Prezoto et al. 2019; Brock et al. 2021). Although the number of studies on species distribution and occurrence has increased in the 21st century, particularly in the state of Minas Gerais (Barbosa et al. 2016; Jacques et al. 2024), many areas remain unexplored, including conservation units that encompass *Campo Rupestre*, such as the Pico do Itambé State Park, located in the Espinhaço Mountain Range, recognized by UNESCO for its biological and cultural heritage (Silveira et al. 2019), and lacking information on social wasp communities.

Moreover, additional factors reinforce the importance of studying the biodiversity of this park. The area also includes patches of Atlantic Forest, a global biodiversity hotspot (Myers et al. 2000), which harbors half of Brazil's known social wasp fauna (Souza et al. 2020a). Furthermore, the park is classified as a Strictly Protected Conservation Unit, a category considered a strategic tool for safeguarding natural resources and biodiversity in Brazil (Salvio, 2017; Silva et al. 2024). Therefore, based on the above, we expect to record a remarkable diversity of social wasps in this Conservation Unit. Thus, the objective of this study is to

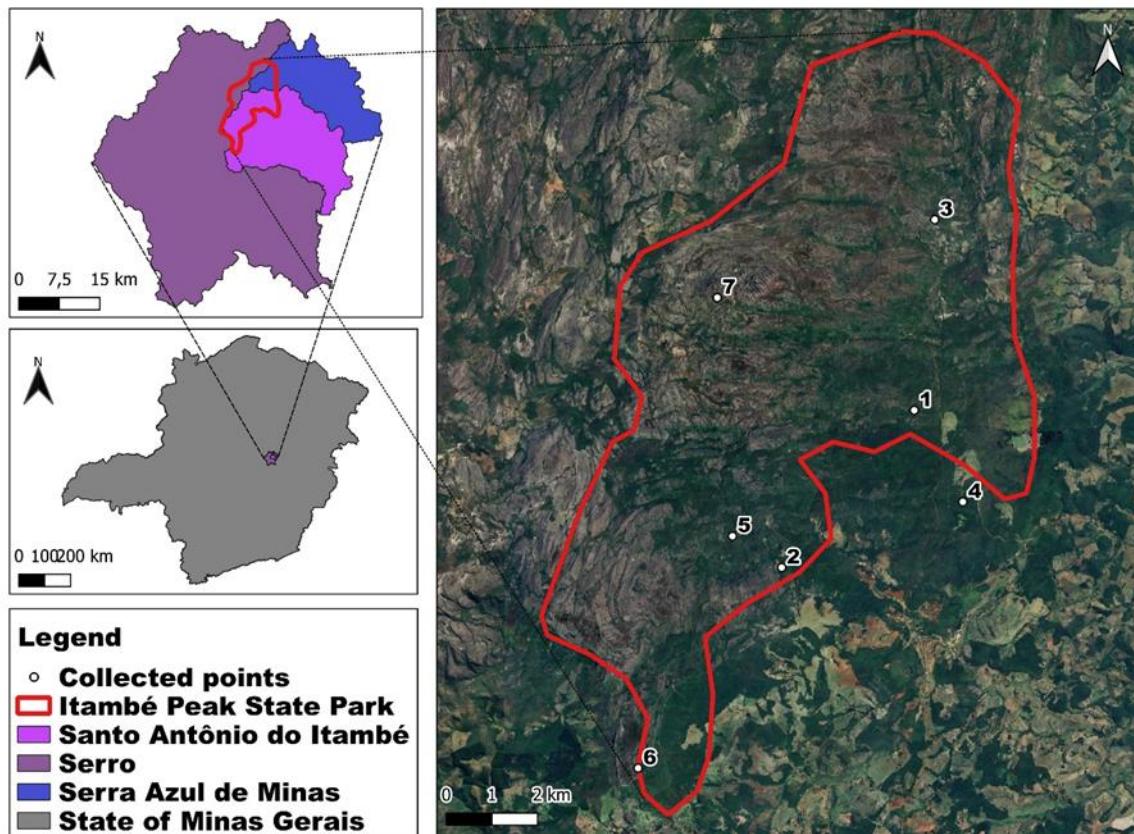
inventory the social wasp fauna of the Pico do Itambé State Park, in the state of Minas Gerais, southeastern Brazil.

## MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in the Pico do Itambé State Park (PEPI) (18°26'37.7"S; 43°20'20.4"W), a protected area located in central Minas Gerais, encompassing the municipalities of Santo Antônio do Itambé, Serro, and Serra Azul de Minas. Covering an area of 6,520 hectares, the park is part of the Espinhaço Mountain Range complex and is notable for its rich diversity of landscapes, fauna, and flora, with predominant formations belonging to the Atlantic Forest and *Campo Rupestre* biomes. Altitudinal variation within the park ranges from 700 to 2,060 meters (Kamino et al., 2008; Chaves et al., 2012; Cardoso et al., 2020). In addition to its scenic importance, the park is known as the region's "water tower" because it hosts numerous springs and serves as a natural divide between the Jequitinhonha and Doce river basins (IEF, 2025).

The regional climate is characterized by hot and humid summers and dry winters, influenced by the topography of the Espinhaço Range. The rainy season occurs mainly between November and March, with average annual precipitation ranging from 1,250 to 1,550 mm. Mean annual temperatures fluctuate between 18 °C and 19 °C, reaching highs of 35 °C in summer and lows of 4 °C in winter (Neves et al., 2005).

Fieldwork was conducted in four sampling campaigns during May, September, and December 2024, and February 2025. Each campaign lasted six consecutive days, totaling 24 sampling days. Sampling activities occurred in two daily shifts, from 9:00 a.m. to 1:00 p.m. and from 4:00 p.m. to 6:00 p.m., resulting in six hours of sampling per day and a total of 144 hours of sampling effort. Collections were carried out in seven areas, all with the presence of water, *Campo Rupestre* associated with the Atlantic Forest: Cachoeira do Neném (18°25'13"S, 43°18'27"W), Cachoeira da Fumaça (18°27'06"S, 43°20'05"W), Cachoeira do Rio Vermelho (18°22'57"S, 43°18'13"W), Cachoeira da Água Santa (18°26'18"S, 43°17'50"W), Trilha do Tropeiro (18°26'44"S, 43°20' 42"W); and *Campo Rupestre*: Campina (18°29'30"S, 43°21'51"W), and Pico do Itambé (18° 23'54" S, 43° 20'55"W) (Figure 01).



**Figure 01.** Location of sampling points in the Pico do Itambé State Park, Minas Gerais, southeastern Brazil. The points represent different collection environments: Forest - Cachoeira do Neném (5), Cachoeira da Fumaça (4), and Cachoeira do Rio Vermelho (6); Forest and *Campo Rupestre* - Trilha do Tropeiro (1) and Cachoeira da Água Santa (2); *Campo Rupestre* - Campina (3) and Pico do Itambé (7).

Source: authors, 2025.

Specimens were collected using a combination of different sampling methods to maximize the representativeness of the studied wasp fauna (Barbosa et al., 2020). Three complementary techniques were employed: active search, attractive traps, and a Malaise trap. The active search was conducted by two teams, each composed of five researchers, who followed preexisting trails near watercourses, within and at the edges of forest fragments, as well as in *Campo Rupestre* environments. Substrates likely to harbor colonies or foraging individuals, such as trees, shrubs, rocks, and flowers, were carefully inspected. Specimens were captured using entomological nets and, in the case of colonies, were also recorded through photographic documentation (Francisco et al., 2023).

Attractive traps were made from two-liter PET bottles with three triangular openings ( $2 \times 2 \times 2$  cm) cut into the sides, 10 cm from the base (Souza et al., 2015a). Each trap contained approximately 200 mL of a natural attractant prepared with 2 L of water, 200 g of passion fruit pulp (two to three fruits), and 200 g of granulated sugar, yielding enough solution for about ten traps (Palandi et al., 2025). Forty attractive traps were deployed per campaign (20 in *Campo Rupestre* and 20 in Atlantic Forest), spaced 10 m apart along elevational gradients, positioned 1.5 m above the ground, and left in the field for six consecutive days. All collections were conducted under research permit (IEF-MG: 017/2024; SISBIO: 93039-1).

The Malaise trap was installed suspended over a stream in a *Campo Rupestre* area and strategically positioned to intercept natural vegetation corridors that facilitate the movement of social wasps (Souza et al., 2015a). This setup enabled the passive capture of flying individuals. The collecting container, filled with 70% ethanol, was replaced monthly throughout the sampling period to ensure proper preservation of specimens.

All collected specimens were preserved in 70% ethanol and identified by Prof. Dr. Marcos Magalhães de Souza using dichotomous keys (Richards, 1978; Somavilla et al., 2021), with species identifications confirmed by Dr. Orlando Tobias da Silveira from the Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará. The material was deposited in the Social Wasps Biological Collection (CBVS) of the Instituto Federal do Sul de Minas (IFSULDEMINAS).

To assess species frequency within the state of Minas Gerais, the classification proposed by Jacques et al. (2024) was adopted: rare (0–19.99%); accidental (20–39.99%); accessory (40–59.99%); frequent (60–79.99%); constant (80–100%). Sampling effort was evaluated by constructing a species accumulation curve, randomized with 1000 permutations, based on observed richness and 95% confidence intervals, using the Bootstrap 1 estimator in the EstimateS 9.1.0 software (Cowell & Elsensohn, 2014).

## RESULTS AND DISCUSSION

A total of 50 species from 10 genera were recorded, including three new occurrences for the state of Minas Gerais, Brazil (Table 01). This represents the highest species richness ever documented for a single locality in the state, which is considered the best-sampled region in the country (Barbosa et al., 2016; Jacques et al., 2024).

**Table 1.** Tribe, species, and number of colonies recorded in Pico do Itambé State Park, Minas Gerais, Brazil. Classification of species according to their frequency in inventories from Minas Gerais (MG), Brazil, based on Jacques et al. (2024): rare (0–19.99%); accidental (20–

39.99%); accessory (40–59.99%); frequent (60–79.99%); constant (80–100%); "ND" - no data. Ecosystem of occurrence (F. = Atlantic Forest, C. = *Campo Rupestre*)

Tribe/Species	Number of colonies	Frequency/ MG	Ecosystem
<b>Epiponini</b>			
<i>Agelaia</i> cf. <i>centralis</i> (Cameron, 1907)	00	ND	F.
<i>Agelaia multipicta multipicta</i> (Haliday, 1836)	00	Frequent	F.
<i>Agelaia vicina</i> (de Saussure, 1854)	00	Frequent	F.
<i>Apoica flavissima</i> Van der Vecht, 1973	01	Frequent	F. and C.
<i>Apoica pallens</i> (Lepeletier, 1836)	01	Rare	F. and C.
<i>Brachygastra augusti</i> (de Saussure, 1854)	01	Accidental	F.
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	00	Frequent	F. and C.
<i>Metapolybia decorata</i> (Gribodo, 1896)	04	<b>New record</b>	C.
<i>Polybia dimidiata</i> (Olivier, 1791)	00	Rare	F. and C.
<i>Polybia fastidiosuscula</i> de Saussure, 1854	01	Constant	F.
<i>Polybia hecuba</i> (Richards, 1951)	04	Rare*	F. and C.
<i>Polybia ignobilis</i> (Haliday, 1836)	00	Constant	F. and C.
<i>Polybia jurinei</i> de Saussure, 1854	00	Frequent	F. and C.
<i>Polybia minarum</i> Ducke, 1906	00	Accidental	F.
<i>Polybia occidentalis occidentalis</i> (Olivier, 1791)	01	Constant	F. and C.
<i>Polybia sericea</i> (Olivier, 1791)	00	Constant	F. and C.
<i>Polybia (Myrapetra)</i> sp.**	00	ND	F. and C.
<i>Protonectarina sylveirae</i> (de Saussure, 1854)	00	Frequent	F.
<i>Protopolybia diligens</i> (Smith, 1857)	00	<b>New record</b>	F.
<i>Protopolybia exigua exigua</i> (de Saussure, 1854)	00	Accidental	F. and C.

<i>Synoeca cyanea</i> (Fabricius, 1775)	02	Accessory	F. and C.
<i>Synoeca surinama</i> (Linnaeus, 1767)	01	Rare	F. and C.
Mischocyttarini			
<i>Mischocyttarus cassununga</i> (R. von Ihering, 1903)	16	Constant	F. and C.
<i>Mischocyttarus drewseni</i> de Saussure, 1857	25	Constant	F. and C.
<i>Mischocyttarus flavoscutellatus</i> Zikán, 1949	00	Rare	F. and C.
<i>Mischocyttarus giffordi</i> Raw, 1985	02	Rare	F. and C.
<i>Mischocyttarus</i> ( <i>Kappa</i> ) sp.**	00	ND	F. and C.
<i>Mischocyttarus</i> cf. <i>lecointei</i>	02	ND	C.
<i>Mischocyttarus matogrosoensis</i> Zikán, 1949	00	Rare	C.
<i>Mischocyttarus marginatus</i> (Fox, 1898)	01	Rare	C.
<i>Mischocyttarus</i> ( <i>Megacanthopus</i> ) sp.**	01	ND	C.
<i>Mischocyttarus mirificus</i> Zikán, 1935	01	Accidental	F.
<i>Mischocyttarus</i> ( <i>Monogynoecus</i> ) sp. 1**	01	ND	F. and C.
<i>Mischocyttarus</i> ( <i>Monogynoecus</i> ) sp. 2**	01	ND	F. and C.
<i>Mischocyttarus nomurae</i> Richards, 1978	02	Rare	F. and C.
<i>Mischocyttarus parallelogrammus</i> Zikán, 1935	02	Rare	F. and C.
<i>Mischocyttarus paulistanus</i> Zikán, 1935	00	<b>New record</b>	C.
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i> (Cameron, 1912)	12	Accessory	F. and C.
<i>Mischocyttarus saussurei</i> Zikán, 1949	02	Rare	F.
<i>Mischocyttarus socialis</i> Olivier, 1791	24	Frequent	F. and C.
<i>Mischocyttarus wagneri</i> (du Buysson, 1908)	02	Rare	F.

## Polistini

<i>Polistes actaeon</i> Halliday, 1836	01	Accidental	F. and C.
<i>Polistes billardieri</i> Fabricius, 1804	00	Accidental	C.
<i>Polistes canadensis canadensis</i> Linnaeus, 1758	00	Rare	C.
<i>Polistes carnifex carnifex</i> (Fabricius, 1775)	00	Rare	F. and C.
<i>Polistes cinerascens</i> de Saussure, 1854	03	Accessory	F. and C.
<i>Polistes ferreri</i> de Saussure, 1853	00	Accessory	F. and C.
<i>Polistes satan</i> Bequaert, 1940	06	Rare	C.
<i>Polistes subsericeus</i> de Saussure, 1854	00	Accessory	C.
<i>Polistes versicolor versicolor</i> (Olivier, 1791)	08	Frequent	F. and C.

---

\* Considered by Jacques et al. (2024) as *Polybia flavifrons hecuba* Richards, 1978.

\*\* Morphospecies pending identification

The high species richness recorded can be attributed to a combination of ecological and methodological factors. Among the ecological aspects, the geographic location of the park stands out, as it is situated in a transition zone between different biomes. This setting favors the overlap of distinct faunal assemblages, allowing the occurrence of both species typical of adjacent biomes and taxa adapted to intermediate ecological conditions (Vidal et al., 2023). This mosaic of vegetation types contributes to increased structural and functional heterogeneity of the landscape, enhancing the availability of trophic resources (Law & Dickman, 1998) and providing suitable substrates for nesting (Souza et al., 2010).

In the context of *Campo Rupestre*, the high diversity of angiosperms (Silveira et al., 2016) is another key factor, as it directly influences the availability of nectar and pollen, essential resources for social wasps, as well as the plant substrates used in nest construction (Richter, 2000). Studies have shown that floristic composition affects both foraging activity and colony establishment in these insects (Sguarizi-Antonio et al., 2021; Mohamadzade et al., 2024).

Another environmental variable that contributes to the observed richness is the altitudinal variation in the park, which ranges from 700 m to over 2,000 m. This altitudinal gradient generates diverse microclimates and alters vegetation structure, gradually shifting from arboreal to herbaceous cover, thereby creating a floristic mosaic that may influence food

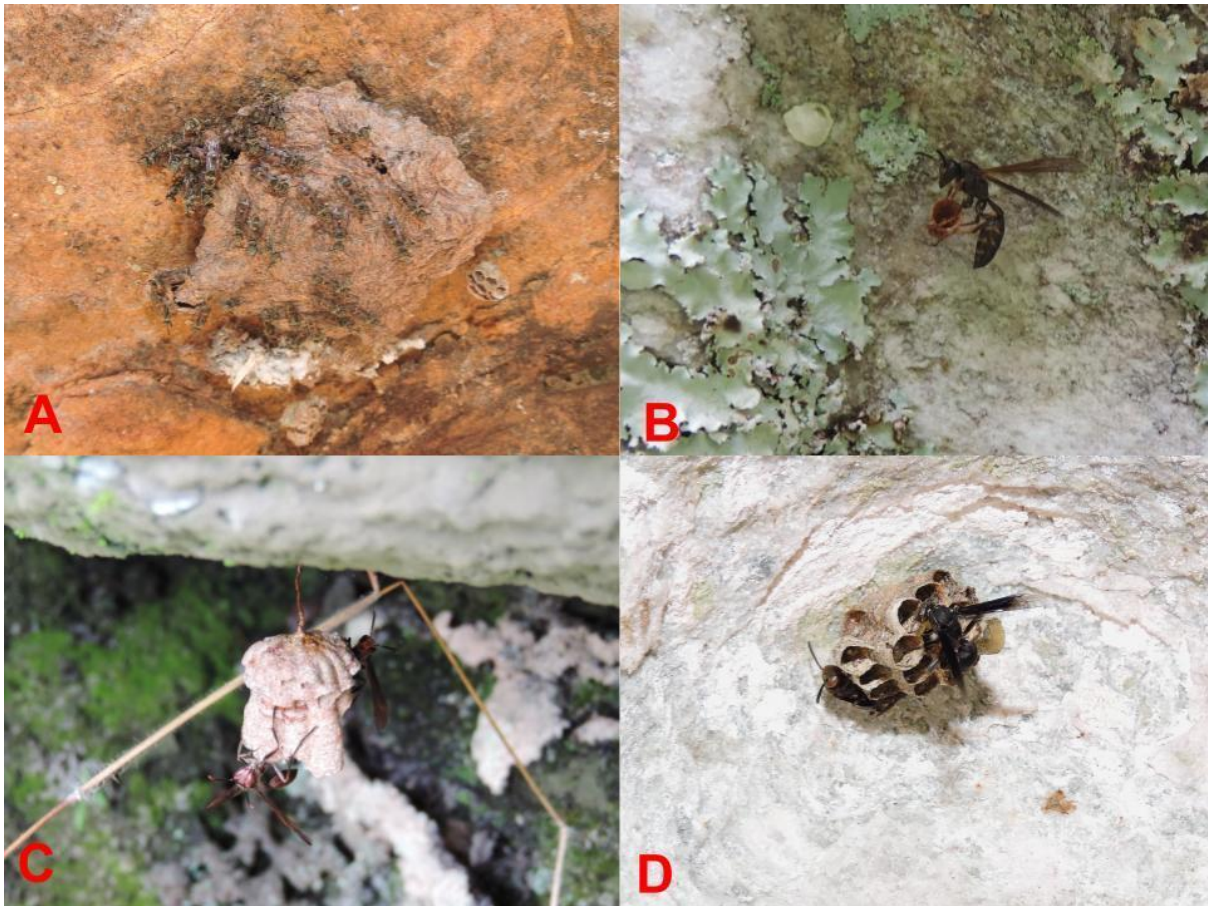
availability and positively affect the composition and structure of social wasp communities (Albuquerque et al., 2015; Perillo et al., 2017; Ribeiro et al., 2019). Higher altitudes, for example, can support species adapted to lower temperatures, greater solar radiation, and sparse vegetation (Souza et al., 2015a), whereas lower altitudes are more favorable to species associated with forests or those inhabiting riparian zones (Souza et al., 2020a). Thus, altitudinal variation functions as a key factor in ecological niche segregation, allowing the coexistence of multiple species within the same geographic area. It is important to note that above 2,000 meters the abiotic conditions become more severe, reducing the richness of social wasps (Perillo et al., 2017; Ribeiro et al., 2019).

Another important factor for the successful sampling effort was the implementation of an integrated methodological approach, an approach recommended by several authors (Souza & Prezoto, 2006; Clemente et al., 2020) to enhance the taxonomic representativeness of Vespidae inventories.

The combination of active and passive sampling methods enabled the detection of species with different activity patterns (diurnal or crepuscular), behavioral traits (more or less attracted to fermentative odors), and habitat preferences (closed forests, open areas, or ecotonal interfaces), highlighting the importance of complementary approaches in entomological inventories (Souza et al., 2015a). Active searching is used to detect visible colonies and foraging individuals on flowers, vegetation substrates, and near water bodies (Francisco et al., 2024). In contrast, attractive traps captured species with more pronounced olfactory behavior (Jacques et al., 2018). Finally, the Malaise trap, as a passive method, intercepted flying individuals that might not be visually detected, including those that nest in more hidden and/or camouflaged locations (Souza et al., 2020b).

The effectiveness of the applied methods is further evidenced by the colony detection patterns: for 44% of the recorded species, the nests were not located, which highlights the importance of additional strategies for species sampling.

A total of 128 colonies were recorded (Table 1), with 77 (60.15%) belonging to four species: *Mischocyttarus drewseni* de Saussure, 1857 (n = 25), *Mischocyttarus socialis* Olivier, 1791 (n = 24), *Mischocyttarus cassununga* (R. von Ihering, 1903) (n = 16) (Figure 2B, C and D), and *Mischocyttarus rotundicollis* (Cameron, 1912) (n = 12).



**Figure 02.** *Metapolybia decorata* (A), new record for the state of Minas Gerais; and species nesting on rock surfaces, *Mischocyttarus cassununga* (B), *Mischocyttarus drewseni* (C), and *Mischocyttarus socialis* (D) in Pico do Itambé State Park, Minas Gerais, Brazil.

Source: authors, 2025.

This pattern may be explained by different factors that confer ecological advantages to these species, allowing them to survive under diverse abiotic and biotic conditions and resulting in greater nesting success compared to other wasps. First, these species exploit a wide range of environments, from natural areas to agricultural and urban ecosystems (Aquad et al., 2010; Souza et al., 2016; Silva et al., 2019; Milani et al., 2020). Second, they are considered synanthropic, showing high plasticity in habitat occupation (Oliveira et al., 2017). Finally, they use a variety of nesting substrates, including plants, slopes, human constructions, rocks, and even bird nests (Souza et al., 2010; Souza et al., 2015b; Oliveira & Souza, 2024; Carvalho et al., 2025).

In addition to these aspects, specific environmental factors of the *Campo Rupestre* may also have influenced the observed abundance. Among them, a possible tolerance to marked variations in air temperature and wind, which are common features of this mountainous relief in the Espinhaço Range (Neves et al., 2005), stands out. Another relevant factor is the availability of water in this biome, characterized by shallow or absent soils that limit water retention and groundwater formation (Vasconcelos, 2011). In this context, adapted plants such as bromeliads store water in their rosettes and form micro-reservoirs (Versieux et al., 2008), which may be exploited by *Mischocyttarus* species. However, no studies have yet confirmed this hypothesis, and further data are needed to more robustly evaluate the relationship between these environmental factors and the nesting success of the recorded species.

According to the classification proposed by Jacques et al. (2024), 43.2% of the species collected in Pico do Itambé State Park (PEPI) are considered rare for the state of Minas Gerais, occurring in fewer than 20% of existing inventories. The species composition also highlights the potential of PEPI as a priority area for the conservation of social wasp diversity, particularly due to the presence of *Campo Rupestre* vegetation associated with patches of Atlantic Forest. The protection of this area as a Strict Protection Conservation Unit reinforces the strategic role of the park in maintaining biodiversity at both regional and national scales (Salvio, 2017; Silva et al., 2024).

Among these rare species, three stand out as new records for the state of Minas Gerais, raising the number of known social wasp species in the state to 121 (Jacques et al., 2024). *Protopolybia diligens* (Smith, 1857), previously recorded in northern and central-western Brazil (Amazonas, Amapá, Maranhão, Pará, and Mato Grosso) and in several Amazonian countries (Colombia, Peru, Bolivia, and Ecuador), is typically associated with the Amazon biome (Santos et al., 2017). Its record in PEPI is particularly noteworthy as it represents a significant geographical disjunction and constitutes the first record in Brazil outside the Amazon Forest.

*Metapolybia decorata* (Gribodo, 1896) (Figure 02A) has a wide distribution, with occurrences in the Amazon (Amazonas and Pará), Northeast (Bahia), Southeast (Rio de Janeiro), and South (Santa Catarina) regions of Brazil, as well as in other South American countries such as Paraguay, Peru, and Bolivia (Richards, 1978; Hermes & Somavilla, 2025). This heterogeneous distribution highlights the generalist and adaptable nature of the species, capable of inhabiting distinct forest formations, including Atlantic and Amazon Forests, as well as subtropical environments.

*Mischocyttarus paulistanus* Zikán, 1935, previously known only from the states of São Paulo and Rio de Janeiro (Richards, 1978; Hermes & Somavilla, 2025), is likely a species typical of the Atlantic Forest (Souza et al., 2020a), although it has been rarely recorded (Tanaka Junior & Noll, 2011). Its presence in PEPI may be associated with Atlantic Forest patches that provide suitable vegetation structure and microclimatic conditions aligned with the species' ecological requirements.

*Polybia hecuba* Richards, 1951 was not listed in the compilation of social wasps from Minas Gerais by Jacques et al. (2024). This absence is due to a recent taxonomic revision of the *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791) group, which includes morphologically similar species such as *P. scrobalis* Richards, 1970 and *P. flavifrons* Richards, 1978. In this revision, Amorim et al. (2024) elevated the subspecies *P. flavifrons hecuba* Richards, 1978, previously reported by Jacques et al. (2024), to full species status, now recognized as *P. hecuba*.

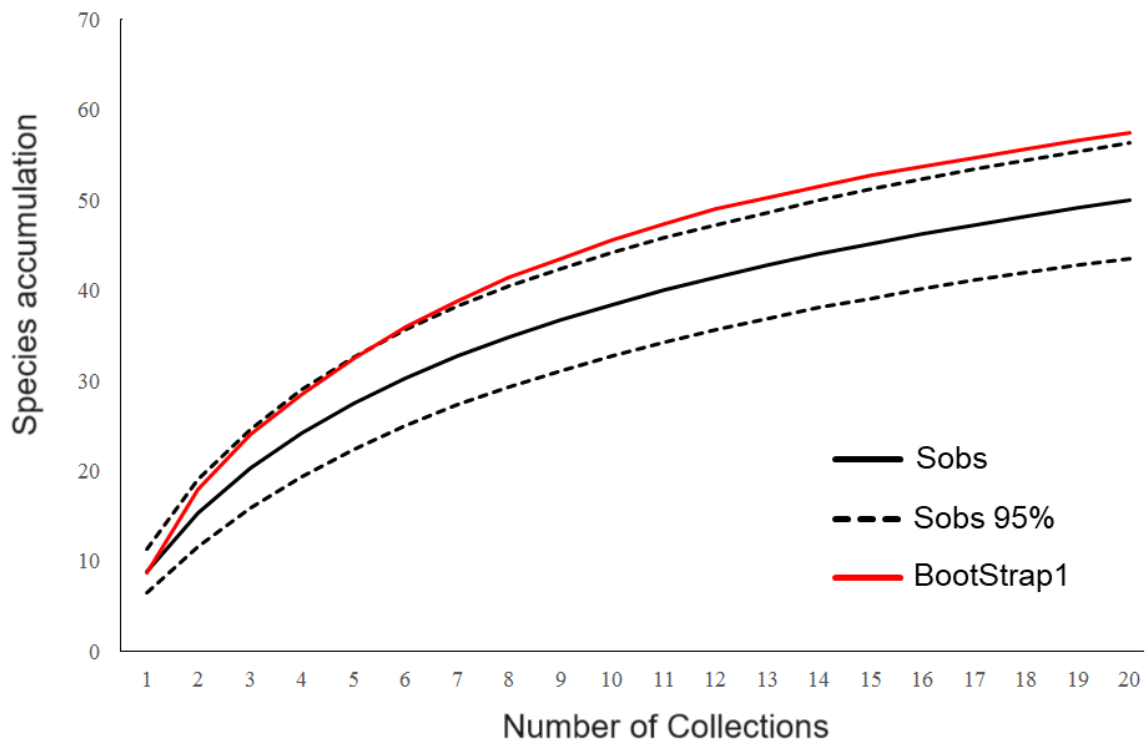
*Mischocyttarus lecointei* (Ducke, 1918) has no confirmed records for the state of Minas Gerais. The subspecies *M. lecointei lecointei* has been reported from the states of Amazonas, Amapá, and Pará, as well as from French Guiana, while *M. lecointei guianensis* is known only from Guiana (Richards, 1978). In the present study, it was not possible to confirm whether the specimen identified as *Mischocyttarus* cf. *lecointei* indeed belongs to this species; however, its occurrence may represent a new record for Minas Gerais.

A total of ten species were recorded exclusively in the *Campo Rupestre*, 11 only in the Atlantic Forest, and 29 occurred in both biomes (Table 1). However, caution is required when interpreting these records as indicative of habitat exclusivity. This limitation arises from the fact that social wasps may nest in one location and forage in another, traveling variable distances depending on the species, ranging from 48 to 300 m (Detoni & Prezoto, 2021). Furthermore, the PEPI is situated in a transitional zone between *Campo Rupestre* and Atlantic Forest, which hampers precise delimitation of biomes at most sampled sites (Chaves et al., 2012).

Considering only nesting records, some species were found exclusively in *Campo Rupestre*, such as *M. decorata*, *Mischocyttarus marginatus* (Fox, 1898), and *Polistes satan* Bequaert, 1940, which may indicate stronger ecological affinity with this environment. The abundance of rocky outcrops, frequently used as nesting substrates by social wasps (Souza et al., 2010), may have contributed to this pattern. It is noteworthy that *M. marginatus* and *P. satan* are considered rare species in Minas Gerais, whereas *M. decorata*, as already mentioned, represents a new record for the state (Jacques et al., 2024).

Finally, the scarcity of studies in *Campo Rupestre* areas (Souza et al., 2010) poses an additional challenge to understanding the ecology of social wasps in this biome. In this context, the findings presented here help to fill knowledge gaps and highlight the need for further research, especially in view of the increasing anthropogenic pressures on *Campo Rupestre*, such as mining activity (Morandi et al., 2020).

Regarding sampling sufficiency, the Bootstrap 1 estimator (57.51) did not fall within the 95% confidence interval of the species accumulation curve for the study area (56.43). This suggests that the sampling effort may have been close to sufficient, but additional species may be recorded with continued effort, with a potential to reach up to 60 species (Figure 3).



**Figure 3.** Species accumulation curve for social wasps collected in Pico do Itambé State Park, Minas Gerais, Brazil, based on observed species richness within a 95% confidence interval and the estimated richness (Bootstrap 1).

Source: authors, 2025.

## CONCLUSION

This study revealed a high species richness of social wasps in Pico do Itambé State Park, with a total of 50 species recorded, including three new records for the state of Minas

Gerais. This represents the highest number of species ever reported for a single locality in the state, reflecting the influence of the environmental mosaic between *Campo Rupestre* and Atlantic Forest, the altitudinal variation, and the use of a diversified sampling effort. The high proportion of rare species reinforces the strategic role of the park in regional biodiversity conservation. The results highlight the importance of expanding inventories in ecotonal areas and high-altitude environments, especially within protected areas, thereby contributing to the understanding and management of the Neotropical social wasp fauna.

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank the staff of Pico do Itambé State Park for their field support; the environmental manager Júlio César Moreira Dobicz for the map; the IEF-MG and SISBIO for granting the research licence; and the Instituto Federal do sul de Minas (IFSULDEMINAS), Inconfidentes Campus, and the Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Bambuí Campus, for logistical support.

## REFERENCES

- Albuquerque, C. H. B., Souza, M. M., & Clemente, M. A. (2015). Comunidade de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em diferentes gradientes altitudinais no sul do estado de Minas Gerais, Brasil. *Biotemas*, 28, 131–138. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n4p13>.
- Amorim, D. C. D. A., Junior, J. N. A. D. S., Filho, F. D. S. C., Silveira, O. T., & Carpenter, J. M. (2024). Taxonomic study of wasp species in the *Polybia* (*Myrapetra*) *occidentalis* group morphologically related to *P. scrobalis* and *P. flavifrons*, with description of a new species (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). *Zootaxa*, 5477(5), 537–562. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5477.5.2>.
- Auad, A. M., Carvalho, C. A., Clemente, M. A., & Prezoto, F. (2010). Diversity of social wasps (Hymenoptera) in a silvipastoral system. *Sociobiology*, 55(2), 627–636.
- Barbosa, B. C., Maciel, T. T., & Prezoto, F. (2020). Efficiency of social wasp sampling methods. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 83225–83236. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-670>.
- Barbosa, B. C., Corrêa, B., Maciel, T. T., & Prezoto, F. (2016). Studies of social wasp diversity in Brazil: Over 30 years of research, advancements and priorities. *Sociobiology*, 63(3), 858–880. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v63i3.1031>.
- Brock, R. E., Cini, A., & Sumner, S. (2021). Ecosystem services provided by aculeate wasps. *Biological Reviews*, 96(4), 1645–1675. <https://doi.org/10.1111/brv.12719>.
- Cardoso, P. H., Santos, J. B., & Silva, A. A. (2020). Verbenaceae no Parque Estadual do Pico do Itambé, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Hoehnea*, 47, e122020. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-12/2020>.

- Carvalho, J. B., Jacques, G. C., Oliveira, G. C. S., Moura, A. S. & Souza, M. M. (2025). Nesting of *Mischocyttarus Socialis* (Saussure, 1854) (Vespidae: Polistinae) inside the abandoned nest of *Tolmomyias Sulphurescens* (Spix, 1825) (Passeriformes: Rhynchocyclidae) in Southeastern Brazil. *Entomología mexicana*, 12, 5-10.
- Chaves, M. L. D. S. C., Andrade, K. W., & Benitez, L. (2012). Pico do Itambé, Serra do Espinhaço, MG. Imponente relevo residual na superfície de erosão Gondwana. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. <https://www.sigep.eco.br/sitio057/sitio057.pdf>.
- Clemente, M. A., Coelho, E. L., Milani, L. R., Souza, M. M., & Souza, A. S. B. (2020). Community structure and composition of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in different vegetation types in São Paulo, Brazil. *Sociobiology*, 67(3), 449–461. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i3.5444>.
- Cowell, R. K., & Elsensohn, J. E. (2014). EstimateS turns 20: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*, 37(6), 609–613. <https://doi.org/10.1111/ecog.00814>.
- Detoni, M. & Prezoto, F. (2021). The Foraging Behaviour of Neotropical Social Wasps. In F. Prezoto, F. S. Nascimento, B. C. Barbosa, & A. Somavilla (Eds.), *Neotropical Social Wasps* (pp. 45-69). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-72805-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-72805-3_18)
- Francisco, S. C. C., Silva, H. M., Clemente, M. A., & Souza, M. M. (2023). Social wasps (Vespidae: Polistinae) in Cerrado and Caatinga conservation units, Minas Gerais, Brazil. *Biota Neotropica*, 23, e20231563. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2023-1563>.
- Francisco, S. C. C., Renne, D. G. S., Jacques, G. C., & Souza, M. M. (2024). Vespas sociais (Vespidae: Polistinae): Nidificação e ocorrência de parasitoides no Cerrado Brasileiro. *Acta Biologica Brasiliensia*, 7(1), 38–51. <https://doi.org/10.18554/acbiobras.v7i1.7645>.
- Giulietti, A. M., & Hensold, N. (1990). Padrões de distribuição geográfica dos gêneros de Eriocaulaceae. *Acta Botanica Brasilica*, 4(1), 133–158. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061990000100010>.
- Hermes, M. G., & Somavilla, A. (2025). *Vespidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil*. <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/77503>
- Instituto Estadual de Florestas - IEF. (2025). *Parque Estadual do Pico do Itambé*. <https://ief.mg.gov.br/w/parque-estadual-do-pico-do-itambe->.
- Jacques, G. C., Pires, E., Hermes, M. G., Faria, L. D. B., Souza, M. M., & Silveira, L. C. P. (2018). Evaluating the efficiency of different sampling methods to survey social wasps (Vespidae: Polistinae) in an anthropized environment. *Sociobiology*, 65(3), 515–523. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i3.2849>
- Kamino, L. H. Y., Oliveira-Filho, A. T. de, & Stehmann, J. R. (2008). Relações florísticas entre as fitofisionomias florestais da Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Megadiversidade*, 4(1-2), 39–49.
- Law, B., & Dickman, C. R. (1998). The use of habitat mosaics by terrestrial vertebrate fauna: Implications for conservation and management. *Biodiversity and Conservation*, 7(3), 323–333. <https://doi.org/10.1023/A:1008877611726>.
- Mello-Silva, R. (2008). Three new combinations in Barbacenia (Velloziaceae). *Neodiversity*, 3, 1–2.
- Milani, L. R., Jacques, G. C., Clemente, M. A., Coelho, E. L., & Souza, M. M. (2020). Influência de fragmentos florestais sobre a nidificação de vespas sociais (Hymenoptera,

- Vespidae) em cafeeiro. *Revista Brasileira de Zoociências*, 21(1), 1–12.  
<https://doi.org/10.34019/2596-3325.2020.v21.29157>.
- Mohamadzade, S., Son, M., & Jung, C. (2024). Uncovering floral composition of paper wasp nests (Hymenoptera: Vespidae: Polistes) through DNA metabarcoding. *Dental Science Reports*, 14, 52834. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52834-6>.
- Morandi, D. T., França, L. C. J., Menezes, E. S., Machado, E. L. M., Silva, M. D. & Mucida, D. P. (2020). Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach. *Ecological Indicators*, 115, 106440. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106440>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>.
- Neves, S. C., Almeida-Abreu, P. A., & Fraga, L. M. S. (2005). Fisiografia. In A. C. Silva, L. C. V. S. F. Pedreira, & P. A. Almeida-Abreu (Eds.), *Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes* (pp. 47–58). O Lutador.
- Oliveira, R. S., Galvão, H. C., de Campos, M. C. R., Eller, C. B., Pearse, S. J., & Lambers, H. (2015). Mineral nutrition of campos rupestres plant species on contrasting nutrient-impooverished soil types. *New Phytologist*, 205(3), 1183–1194. <https://doi.org/10.1111/nph.13175>.
- Oliveira, G. C. S. & Souza, M. M. (2024). Anidación de *Mischocyttarus cassununga* (R. von Ihering, 1903) (Vespidae: Polistinae), en un nido de *Phacellodomus rufifrons* (Wied, 1821) (Furnariidae) en el Cerrado brasileño. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, 28, 30-33.
- Oliveira, T. C. T., Souza, M. M., & Pires, E. P. (2017). Nesting habits of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in forest fragments associated with anthropic areas in southeastern Brazil. *Sociobiology*, 64(1), 101–104. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v64i1.1073>.
- Palandi, A. N., Bortoluzzi, E. C., Souza, M. M., Oliveira, T. C. T., Santos, A. A., & Nogueira, M. P. (2025). Richness of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in an olive crop (*Olea europaea* L.), area associated with a mixed fragment of Atlantic Forest in southern Minas Gerais state, Brazil. *Revista Chilena de Entomología*, 51(1), 89-99. <http://dx.doi.org/10.35249/rche.51.1.25.09>.
- Perillo, L. N., Neves, F. S., Antonini, Y., & Martins, R. P. (2017). Compositional changes in bee and wasp communities along Neotropical mountain altitudinal gradient. *PLOS ONE*, 12(7), e0182054. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182054>.
- Prezoto, F., & Clemente, M. (2010). Vespas sociais do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *MG Biota*, 3, 22–32.
- Prezoto, F., Maciel, T. T., Detoni, M., Mayorquin, A. Z., & Barbosa, B. C. (2019). Pest control potential of social wasps in small farms and urban gardens. *Insects*, 10(7), 192. <https://doi.org/10.3390/insects10070192>.
- Ribeiro, J. F., Walter, B. M. T., & Ribeiro, C. B. M. T. W. J. F. (1998). *Fitofisionomias do bioma Cerrado*.
- Ribeiro, D. G., Silvestre, R., & Garcete-Barrett, B. R. (2019). Diversity of wasps (Hymenoptera: Aculeata: Vespidae) along an altitudinal gradient of Atlantic Forest in

- Itatiaia National Park, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 63, 22–29.  
<https://doi.org/10.1016/j.rbe.2018.12.005>.
- Richards, O. W. (1978). The social wasp of the Americas. *British Museum of Natural History*.
- Richter, M. (2000). Social Wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. *Annual Review of Entomology*, 45(1), 121–150. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.121>.
- Salvio, G. M. M. (2017). *Áreas naturais protegidas e indicadores socioeconômicos: O desafio da conservação da natureza*. Paco Editorial.
- Santos, J. N. A. D. J., Silveira, O. T., & Carpenter, J. M. (2017). A new species of the genus *Protopolybia* Ducke, 1905 (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae), with taxonomic contributions to the exigua species-group. *Zootaxa*, 4286(3), 432–438.  
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4286.3.11>.
- Sguarizi-Antonio, D., Michelutti, K. B., Soares, E. R. P., Batista, N. R., Lima-Junior, S. E., Cardoso, C. A. L., Torres, V. O., & Antonialli-Junior, W. F. (2021). Colonial chemical signature of social wasps and their nesting substrates. *Chemoecology*, 1–7.  
<https://doi.org/10.1007/s00049-021-00361-5>.
- Silva, A. F., Batista, A. D. M., Gouvêa, T. P., Saleem, K., & Souza, M. M. (2024). Uma visão comparativa de unidades de conservação de proteção integral no estado de Minas Gerais, Brasil: Conflitos locais e alternativas econômicas. *Biodiversidade Brasileira*, 14, 1–17.  
<https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i2.2446>.
- Silva, R. C., da Silva, A. P., Assis, D. S., & Nascimento, F. S. (2019). Occurrence and nesting behavior of social wasps in an anthropized environment. *Sociobiology*, 66(2), 381–388.  
<https://doi.org/10.13102/sociobiology.v66i2.4303>.
- Silveira, F. A. O., Negreiros, D., Barbosa, N. P. U., Buisson, E., Carmo, F. F., Carstensen, D. W., Conceição, A. A., Cornelissen, T. G., Echternacht, L., Fernandes, G. W., Garcia, Q. S., Guerra, T. J., Jacobi, C. M., Lemos-Filho, J. P., Le Stradic, S., Morellato, L. P. C., Neves, F. S., Oliveira, R. S., Schaefer, C. E., Viana, P. L., & Lambers, H. (2016). Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: A neglected conservation priority. *Plant and Soil*, 403, 129–152. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2637-8>.
- Silveira, F. A. O., Barbosa, M., Beiroz, W., Callisto, M., Macedo, D. R., Morellato, L. P. C., Neves, F. S., Nunes, Y. R. F., & Fernandes, G. W. (2019). Tropical mountains as natural laboratories to study global changes: A long-term ecological research project in a megadiverse biodiversity hotspot. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 38, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2019.04.001>.
- Somavilla, A., & Carpenter, J. M. (2021). Key to the genera of social wasps (Polistinae) occurring in Neotropics. In F. Prezoto, F. S. Nascimento, B. C. Barbosa, & A. Somavilla (Eds.), *Neotropical Social Wasps* (pp. 327–336). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-72805-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-72805-3_18).
- Souza, C. A. S., Vale, A. C. G., & Barbosa, B. C. (2016). Vespas sociais (Vespidae: Polistinae) em fitofisionomias urbanas: Um checklist do município de Barra Mansa, Rio de Janeiro, Brasil. *EntomoBrasilis*, 9(3), 169–174. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v9i3.620>.
- Souza, M. M., & Prezoto, F. (2006). Diversity of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in semideciduous forest and cerrado (savanna) regions in Brazil. *Sociobiology*, 47(1), 135–147.

- Souza, M. M., Ladeira, T. E., Assis, N. R. G., Campos, A. E., Carvalho, P., & Louzada, J. N. C. (2010). Ecologia de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) no campo rupestre na Área de Proteção Ambiental, APA, São José, Tiradentes, MG. *MG Biota*, 3, 15–32.
- Souza, M. M., Barbosa, B. C., Detoni, M., Mayorquin, A. Z., & Prezoto, F. (2015a). Use of flight interception traps of Malaise type and attractive traps for social wasps record (Vespidae: Polistinae). *Sociobiology*, 62(3), 450–456. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v62i3.708>.
- Souza, M. M., Silva, H. N. M., Dallo, J. B., Martins, L. F., Milani, L. R., & Clemente, M. A. (2015b). 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. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v8i3.519>.
- Souza, M. M., Teofilo-Guedes, G. S., Milani, L. R., de Souza, A. S. B., & Gomes, P. P. (2020a). Social wasps (Vespidae: Polistinae) from the Brazilian Atlantic Forest. *Sociobiology*, 67(1), 1–12. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i1.4597>.
- Souza, M. M., Clemente, M. A., & Teofilo-Guedes, G. (2020b). Nest camouflage records on five social wasp species (Vespidae, Polistinae) from southeastern Brazil. *EntomoBrasilis*, 13, e929. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v13.e929>.
- Tanaka Junior, G. M., & Noll, F. B. (2011). Diversity of social wasps on semideciduous seasonal forest fragments with different surrounding matrix in Brazil. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2011, 861747. <https://doi.org/10.1155/2011/861747>.
- Vasconcelos, M. F. (2011). O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? *Revista Brasileira de Botânica*, 34(2), 241–246. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000200012>
- Versieux, L. M., Wendt, T., Louzada, R. B. & Wanderley, M. G. L. (2008). Bromeliaceae da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade*, 4(1), 98–110.
- Vidal, J. D., Schmitt, C. B., & Koch, I. (2023). Comparative richness patterns of range sizes and life forms of Apocynaceae along forest–savanna transitions in Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 04(3), 230–24. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boad047>.

## CAPÍTULO 02

### ARTIGO

#### **NESTING OF *Mischocyttarus socialis* (Saussure, 1854) (Vespidae: Polistinae) INSIDE THE ABANDONED NEST OF *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825) (Passeriformes: Rhynchocyclidae) IN SOUTHEASTERN BRAZIL**

Publicado - Entomología mexicana, 12:5-10 (2025)

Link de acesso: <https://revistas.acaentmex.org/index.php/entomologia/article/view/293>.

Jeicilene Barros Carvalho<sup>1</sup>, Gabriel de Castro Jacques<sup>2</sup>, Glauco Cássio de Sousa Oliveira<sup>3</sup>, Aloysio Souza de Moura<sup>4</sup>, Marcos Magalhães de Souza<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduate Program in Sustainability and Environmental Technology, Federal Institute of Education, Science and Technology of Minas Gerais – Bambuí campus, 38900-000, Bambuí-MG, Brazil.

<sup>2</sup>Department of Sciences and Languages, Federal Institute of Education, Science and Technology of Minas Gerais – Bambuí campus, 38900-000, Bambuí-MG, Brazil.

<sup>3</sup>Graduate Program in Applied Botany, Federal University of Lavras, 37200-900, Lavras-MG, Brazil.

<sup>4</sup>Department of Forest Sciences, Federal University of Lavras, 37200-900, Lavras-MG, Brazil.

<sup>5</sup>Laboratory of Zoology, Federal Institute of Southern Minas Gerais – Inconfidentes campus, 37576-000, Inconfidentes-MG, Brazil.

Corresponding author: [jeicilenebarroscarvalho@gmail.com](mailto:jeicilenebarroscarvalho@gmail.com).

**ABSTRACT.** Interactions between birds and social wasps (Vespidae: Polistinae) include both harmonious and antagonistic relationships, involving predation, competition for nesting sites, and mutual benefits. This study documents an unusual association between *Mischocyttarus socialis* (Saussure, 1854) and *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825), recorded in December 2024 at Pico do Itambé State Park, Minas Gerais, Brazil, a transition zone between Cerrado and Atlantic Forest. A *T. sulphurescens* nest was found abandoned near a *Polybia* sp. (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) colony and occupied by an active colony of *M. socialis*. Additionally, the nest housed two solitary wasp nests (Eumeninae) and Lepidoptera pupae. *Mischocyttarus socialis* may have used the abandoned nest as shelter against predators and climatic factors. The proximity of the *T. sulphurescens* nest to a *Polybia* sp. colony suggests a potential benefit for the bird, as the presence of wasps might deter potential predators. This

work presents the first record of *M. socialis* nesting inside a *T. sulphurescens* nest and highlights the importance of future studies to understand the frequency and factors influencing such associations.

**Keywords:** bird; ecological relationship; social wasp.

**NIDIFICAÇÃO DE *Mischocyttarus socialis* (Saussure, 1854) (Vespidae: Polistinae) NO INTERIOR DO NINHO ABANDONADO DE *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825) (Passeriformes: Rhynchocyclidae) NO SUDESTE DO BRASIL**

**RESUMO.** Interações entre aves e vespas sociais (Vespidae: Polistinae) incluem relações harmônicas e desarmônicas, que envolvem predação, competição por locais de nidificação e benefícios mútuos. Este estudo documenta uma associação incomum entre *Mischocyttarus socialis* (Saussure, 1854) e *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825), registrada em dezembro de 2024 no Parque Estadual do Pico do Itambé, Minas Gerais, Brasil, transição de Cerrado e Mata Atlântica. Um ninho de *T. sulphurescens* foi encontrado abandonado, próximo de uma colônia de *Polybia* sp. (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae), e ocupado por uma colônia ativa de *M. socialis*. Além disso, o ninho abrigava dois ninhos de vespa solitária (Eumeninae) e pupas de Lepidoptera. *Mischocyttarus socialis* pode ter utilizado o ninho abandonado para abrigo contra predadores e fatores climáticos. Já a proximidade do ninho de *T. sulphurescens* com uma colônia de *Polybia* sp. sugere um possível benefício para a ave, pois a presença das vespas pode afastar potenciais predadores. Este trabalho apresenta o primeiro registro de nidificação de *M. socialis* no interior de um ninho de *T. sulphurescens* e destaca a importância de estudos futuros para compreender a frequência e os fatores que influenciam essas associações.

**Palavras-chave:** Ave, relação ecológica, vespa social.

## INTRODUCTION

Birds and social wasps (Vespidae: Polistinae) establish various ecological relationships, which can be either harmonious or disharmonious (Sazima and D'Angelo, 2015). Birds may prey on these insects (Rossetto, 2021) and in some cases, young birds can be preyed upon by social wasps (Frankhuizen et al., 2020; Somavilla et al., 2024). Moreover, these animals may compete for nesting sites (Myers, 1935; Gibo, 1980; Stanback et al., 2009), as both seek environments offering suitable conditions such as shelter, nest attachment sites, camouflage, predator concealment, and temperature regulation (Joyce, 1993).

On the other hand, beneficial interactions are also observed, such as when birds nest near social wasp colonies (Souza et al., 2017; Carvalho et al., 2023). In such cases, birds may potentially benefit from the presence of wasps, which deter potential predators, thereby increasing the survival of their offspring, especially during the vulnerable juvenile stages (Joyce, 1993).

In addition to nesting near social wasp colonies, there are records of birds using abandoned social wasp colonies for nesting, likely seeking protection against predators and/or thermal insulation (Araújo et al., 2025). The opposite also occurs, with social wasps utilizing bird nests for nesting (Barbosa et al., 2021; Oliveira and Souza, 2024). In this type of interaction, wasps may benefit from the aggressive defensive behavior of certain birds, as observed with hummingbirds (Barbosa et al., 2021), from camouflage (Oliveira and Souza, 2024), and/or from the availability of prey attracted to bird droppings (Bologna et al., 2007).

The association between birds and insects is well-documented in birds of the genus *Tolmomyias*, which often nest near social wasps and other social insects, such as ants (Menezes et al., 2014; Carvalho et al., 2023; Silva et al., 2023; Souza et al., 2023).

However, there are no records of social wasps nesting inside the abandoned nests of bird species from this genus. Thus, the aim of this study was to report, for the first time, the nesting of *Mischocyttarus socialis* (Saussure, 1854) (Vespidae: Polistinae) inside an abandoned nest of *Tolmomyias sulphureus* (Spix, 1825) (Passeriformes: Rhyncocyclidae), in a transitional area between the Atlantic Forest and Cerrado domains in southeastern Brazil.

## **MATERIAL AND METHODS**

The observation occurred incidentally during entomological studies on December 1, 2024, at Pico do Itambé State Park (-18.42960342271921, -43.338373730869385), in the state of Minas Gerais, southeastern Brazil. This conservation unit, covering 6,520 hectares, comprises vegetation types from the Atlantic Forest and Cerrado domains within the Espinhaço Mountain Range, Jequitinhonha Valley (IEF-MG, 2024). According to Köppen's climate classification, the region's climate is predominantly Cwa, with Cwb characteristics at higher elevations (Alvares et al., 2013).

A bird's nest was observed on a Annonaceae tree, near a social wasp colony, and both were collected for further investigation. The plant species was determined based on Mello-Silva et al. (2012). The bird was identified based on the geographic distribution of the species and on biological and behavioral aspects, based on the nest's shape and architecture, as well as the materials used for its construction (fibers of *Marasmius* spp. fungi) (Sick, 1997; Crozariol,

2016). The social wasp colony located near the bird's nest was identified to the genus level based on nest architecture (Barbosa et al., 2021).

Inside the bird's nest, there was an active colony of social wasps, which were collected and the number of cells, pupae, larvae and eggs counted. Some adult wasps were collected, stored in 70% alcohol and taken to the Zoology Laboratory of the Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Inconfidentes. Identification was performed using a taxonomic key (Silveira, 2006) and comparison with the Coleção Biológica de Vespas Sociais (CBVS) of IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes (<https://specieslink.net/col/CBVS/>), where they were also stored. Additionally, the bird's nest contained three solitary wasp nests and Lepidoptera cocoons.

## RESULTS AND DISCUSSION

The bird's nest was located approximately 100 cm from an abandoned social wasp colony, likely *Polybia* sp., on a monkey-pepper tree [*Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., Annonaceae], at a height of 6.66 m above ground near the Água Santa stream (Figure 1A). The nest, measuring 17 cm in length and 11 cm in width (Figure 1B), was devoid of adult or juvenile birds and was identified as belonging to *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825) (Passeriformes: Rhynchocyclidae).

Inside the bird's nest, an active colony of the social wasp *Mischocyttarus socialis* (Saussure, 1854) was discovered (Figure 1C, 1D), containing 46 cells, of which five had pupae, nine had larvae, and 12 contained eggs. Behind this colony, two mud nests of solitary wasps (Vespidae: Eumeninae) were observed - marking the first reported instance of this interaction. Additionally, 10 Lepidoptera (undetermined) pupae enveloped in silk were found further inside the nest (Figure 1D). Behind the silk structure, another mud nest of Eumeninae was identified.

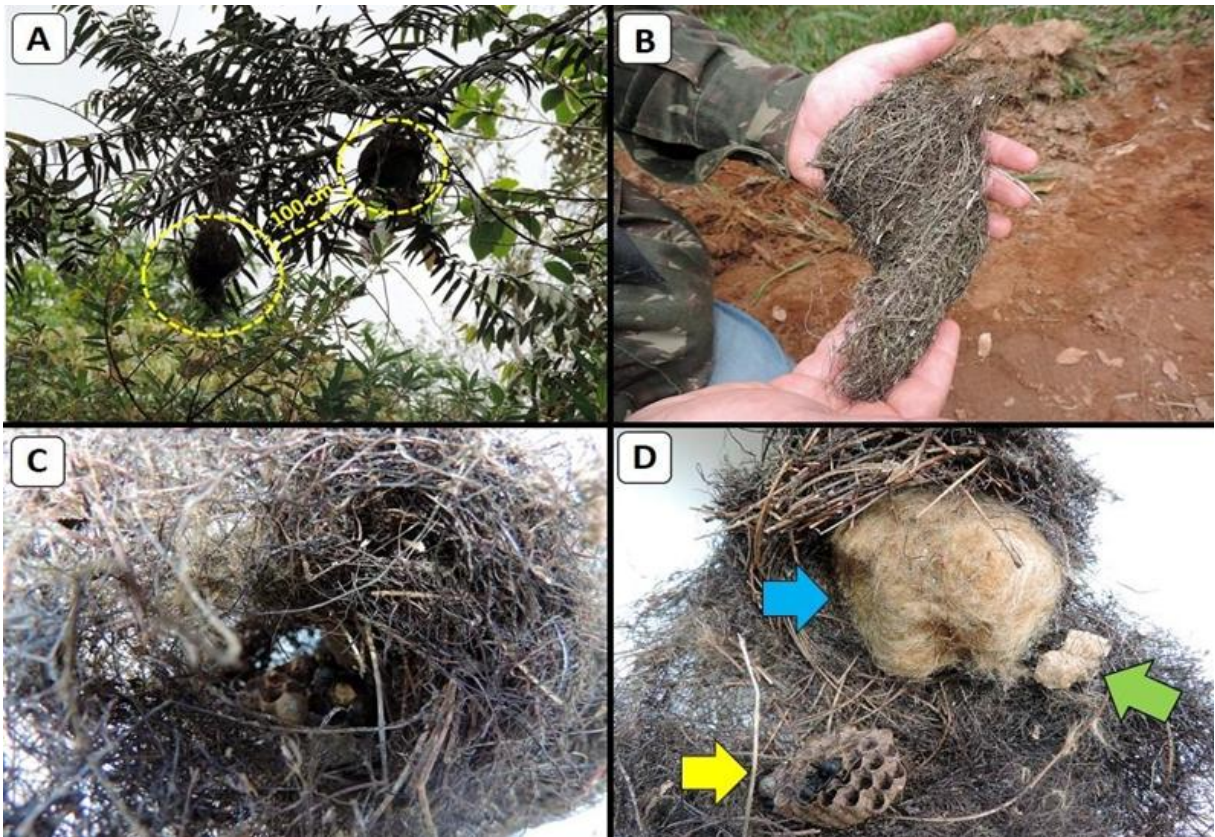


Figure 1A. – Nest of *Tolmomyias sulphurescens* (left) associated with a colony of *Polybia* sp. (right); 1B. Nest of *T. sulphurescens* collected; 1C. View of the interior of the nest of *T. sulphurescens*, with a colony of *Mischocyttarus socialis* in evidence in the center; 1D. Insects nested inside the nest of *T. sulphurescens*. Yellow arrow points to the colony of *M. socialis*; green arrow points to nests of solitary wasps and blue arrow points to Lepidoptera cocoons.

The authors, 2024.

It is likely that *T. sulphurescens* nested near the *Polybia* sp. colony to benefit from the potential protection offered by these wasps, which attack intruders that come too close to their colonies. Species of this genus can provide effective protection within a radius of one meter from their colonies (Wunderle and Pollock, 1985). The association between *T. sulphurescens* and social wasps is well-documented in Brazil and involves various vespid species (Menezes et al., 2014; Souza et al., 2017; Carvalho et al., 2023; Silva et al., 2023). In general, this relationship is considered commensal, with supposed benefits for the birds only, as *T. sulphurescens* individuals typically do not exhibit defensive behaviors towards their colonies (Sick, 1997).

However, social wasps can also benefit from associations with birds that display aggressive behavior. For example, some *Mischocyttarus* species nest in hummingbird nests

(Barbosa et al., 2021) or they utilize bird colonies as a food source. An example from Africa, reported by Bologna et al. (2007), describes the social wasp *Belonogaster lateritia* Gerstaecker, 1857 (Hymenoptera: Vespidae) nesting within colonial bird nests of *Philetarius socius* (Latham, 1790) (Passeridae). According to the authors, this association was mutually beneficial: the birds gained protection from the wasps, while the wasps benefited from prey (flies) attracted to the bird droppings accumulated in the nests.

In addition to these supposed benefits, the nesting of *Mischocyttarus cassununga* (R. von Ihering, 1903) (Vespidae: Polistinae) in a nest of *Phacellodomus rufifrons* (Wied, 1821) (Furnariidae) in the Brazilian Cerrado has recently been documented (Oliveira e Souza, 2024). In that case, the authors hypothesized that the social wasp exploited camouflage for colony protection. Regarding the present report of *M. socialis* nesting within a *T. sulphurescens* nest, it is possible that the wasp utilized the bird's nest as shelter and protection against predators and parasitoids. *Mischocyttarus* species lack protective nest envelopes and have atrophied stingers, which make them more susceptible to predation. This vulnerability likely drove the evolution of various strategies for nest protection, such as careful selection of nesting sites (Raposo-Filho and Rodrigues, 1984) and camouflage (Milani et al., 2020; Souza et al., 2020; Milani et al., 2021; Brügger et al., 2024). Furthermore, bird nests may provide protection against environmental factors such as rain and wind, as the vegetation cover and structural substrate used for nesting by some bird species can shield nests from harsh climatic conditions (Paton, 1994; Aguilar et al., 2008). Social wasps can use diverse nesting substrates for this purpose, including masonry constructions (Prezoto et al., 2007; McGlynn, 2012).

Bird nests are often complex structures that provide shelter for various invertebrates, including mites, spiders, cockroaches, beetles, centipedes, flies, and true bugs (Sick, 1997). They can also serve as substrates for the nesting of social Hymenoptera, such as bees (Camargo e Pedro, 2003), or as nocturnal resting sites for these insects (Azevedo and Faria Jr., 2007). This explains the occurrence of social wasps, as well as Eumeninae and Lepidoptera, within the *T. sulphurescens* nest. However, as this study was a single observation, it remains unclear whether social wasps consistently nest inside bird nests.

## CONCLUSION

This study reports an uncommon association in the literature, with *Mischocyttarus socialis* nesting inside a *Tolmomyias sulphurescens* nest, presumably for protection against biotic and abiotic factors. Further studies are suggested to determine the frequency and driving factors of this little-known interaction.

## ACKNOWLEDGEMENTS

To IFSULDEMINAS - Inconfidentes Campus and Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) - Bambuí Campus, for logistics. To the staff of Pico do Itambé State Park for field support. To Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) and Instituto Estadual de Florestas Minas Gerais (IEF-MG) for field permits.

## REFERENCES

- Aguilar, T. M.; Dias, R. I.; Oliveira, A. C.; Macedo, R. H. 2008. Nest-site selection by Blue-black Grassquits in a Neotropical savanna: do choices influence nest success? *J. Field Ornithol.* 79(1): 24-31.
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. 2013. Climate classification map for Brazil. *Meteorol. Z.* 22(6): 711-728.
- Araújo, L. C. S.; Santos, A. F. S.; Silva, M. S.; Jacques, G. C.; Souza, M. M. 2025. *Thraupis sayaca* (Passeriformes: Thraupidae) nesting in an abandoned nest of a social wasp. *Ornithol. Res.* 33 (1), 24.
- Azevedo, A. A.; Faria Jr, L. R. R. 2007. Nests of *Phacellodomus rufifrons* (Wied, 1821) (Aves: Furnariidae) as sleeping shelter for a solitary bee species (Apidae: Centridini) in southeastern Brazil. *Lundiana Int. J. Biodivers.* 8(1): 53-55.
- Barbosa, B. C.; Maciel, T. T.; Prezoto, F. 2021. Nesting habits of Neotropical social wasps. In: Prezoto, F.; Nascimento, F. S.; Barbosa, B. C.; Somavilla, A. (eds.). *Neotropical social wasps: basic and applied aspects*. Cham (CH): Springer Nature Switzerland AG. p. 395-403.
- Bologna, M. A.; Bombi, P.; Pitzalis, M.; Turillazzi, S. 2007. A previously unreported association between a social wasp and a social passerine bird. *Trop. Zool.* 20(2): 211-214.
- Brügger, B. P.; Milani, L. R.; Prezoto, F. 2024. Nesting of the camouflaged nest of social wasp *Mischocyttarus mirificus* (Hymenoptera: Vespidae) in human buildings. *Braz. J. Biol.* 84: e279805.

- Camargo, J. M. F.; Pedro, S. R. M. 2003. Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) – bionomia e biogeografia. *Rev. Bras. Entomol.* 47(3): 311-372.
- Carvalho, J. B.; Vieira, L. R.; Jacques, G. C.; Souza, M. M. 2023. Nesting of birds associated with social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in Brazilian Cerrado. *Ornithol. Res.* 31: 240-243. doi:10.1007/s43388-023-00136-2.
- Crozariol, M. A. 2016. Evolução da forma de nidificação da Superfamília Tyrannoidea (Aves: Passeriformes) com base na fixação, arquitetura e composição dos ninhos. Rio de Janeiro: Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Frankhuizen, S.; Lopes, L. E.; Cunha, F. C. R. 2020. Social paper wasp (*Agelaia pallipes*) predaes songbird nestling. *Ethology* 126(10): 1004-1006. doi:10.1111/ETH.13076.
- Gibo, D. L. 1980. Apparent nest site competition between the paper wasp *Polistes fuscatus* (Hymenoptera: Vespidae) and the house wren. *J. N. Y. Entomol. Soc.* 88: 143-145.
- IEF-MG (Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais). 2024. Parque Estadual do Pico do Itambé. Available at: <https://www.ief.mg.gov.br/w/parque-estadual-do-pico-do-itambe>. Access in: 13 jan 2025.
- Joyce, F. J. 1993. Nesting success of Rufous-naped Wrens (*Campylorhynchus rufinucha*) is greater near wasp nests. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 32(2): 71-77. doi:10.1007/BF00164038.
- McGlynn, P. T. 2012. The ecology of nest movement in social insects. *Annu. Rev. Entomol.* 57: 291-308.
- Mello-Silva, R.; Carvalho Lopes, J.; Pirani, J. R. 2012. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Annonaceae. *Bol. Bot. Univ. São Paulo.* 30(1): 37-56.
- Menezes, J. C. T.; Barbosa, B. C.; Prezoto, F. 2014. Previously unreported nesting associations of the yellow-olive flycatcher (*Tolmomyias sulphureus*) (Aves: Tyrannidae) with social wasps and bees. *Ornithol. Neotrop.* 25: 363-368.

- Milani, L. R.; Prezoto, F.; Clemente, M. A.; Gomes, P. P.; Souza, M. M. 2020. Nesting behaviour of a Neotropical social wasp *Mischocyttarus saussurei* Zikan, 1949 (Hymenoptera, Vespidae). *Sociobiology* 67(1): 121-125.
- Milani, L. R.; Queiroz, R. A. B.; Souza, M. M.; Clemente, M. A.; Prezoto, F. 2021. Camouflaged nests of *Mischocyttarus mirificus* (Hymenoptera, Vespidae). *Neotrop. Entomol.* 50: 912-922.
- Myers, J. G. 1935. Nesting associations of birds with social insects. *Trans. Entomol. Soc. Lond.* 83: 11-22.
- Oliveira, G. S.; Souza, M. M. 2024. Anidación de *Mischocyttarus cassununga* (R. von Ihering, 1903) (Vespidae: Polistinae), en un nido de *Phacellodomus rufifrons* (Wied, 1821) (Furnariidae) en el Cerrado Brasil. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag.* 28: 30-33.
- Paton, P. W. 1994. The effect of edge on avian nest success: how strong is the evidence? *Conserv. Biol.* 8: 17-26.
- Prezoto, F.; Pinto, A. S.; Rossi, M. M.; Salmeron, E. (eds.). 2007. Manejo de vespas e marimbondos nos ambientes urbanos. In: *Manejo de Pragas Urbanas*. Piracicaba: Editora Piracicaba. p. 125-130.
- Rapôso-Filho, J. R.; Rodrigues, V. M. 1984. Habitat e local de nidificação de *Mischocyttarus (Monocyttarus) extinctus* Zikán, 1935 (Polistinae - Vespidae). *An. Soc. Entomol. Brasil.* 13(1): 19-28. doi:10.37486/0301-8059.v13i1.326.
- Rossetto, E. S. 2021. Primeiro limpe, depois coma – registro do ataque de um bando de pica-paus-brancos a um ninho de vespas sociais. *Rev. Eixo* 10(3): 41-48. doi:10.19123/eixo.v10i3.890.
- Sazima, I.; D'Angelo, G. B. 2015. Association of birds with social insects: a summary in southeastern Brazil. *Iheringia Sér. Zool.* 105: 333-338. doi:10.1590/1678-476620151053333338.

Sick, H. 1997. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro (RJ): Nova Fronteira. 862 p.

Silva, E. S.; Santos, J. L.; Noronha, W. S.; Barbosa, B. C. 2023. New records of association between social wasp colonies and the yellow flycatcher *Tolmomyias* spp. (Passeriformes: Rhynchocyclidae) in Northeast Brazil. Entomol. Commun. 5: ec05011. doi:10.37486/2675-1305.ec05011.

Silveira, O. T. 2006. Revision of the subgenus Kappa de Saussure of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym.; Vespidae, Polistinae, Mischocyttarini). Zootaxa. 1321: 1-108. doi:10.11646/zootaxa.1321.1.1

Somavilla, A.; Soares, M. M. M.; Barbosa, B. C. 2024. Predation of *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812) (Apodiformes: Trochilidae) hummingbird chicks by *Polistes canadensis* (Linnaeus, 1758) (Polistinae: Polistini): A new predatory interaction documented in the Brazilian Caatinga. Entomol. Commun. 6: ec06023. doi:10.37486/2675-1305.ec06023.

Souza, M. M.; Brunismann, A. G.; Pires, E. P. 2017. Nesting associations between *Chartergus globiventris* Saussure (Hymenoptera: Vespidae) and *Tolmomyias sulphurescens* Spix (Passeriformes: Tyrannidae) in southeastern Brazil. Entomobrasilis 10(1): 51-53. doi:10.12741/ebrasilis.v10i1.638.

Souza, M. M.; Clemente, M. A.; Teofilo-Guedes, G. 2020. Nest camouflage records on five social wasp species (Vespidae, Polistinae) from southeastern Brazil. Entomobrasilis 13: 20.

Souza, M. M.; Simões, N. A.; Araújo, L. C. S.; Teofilo-Guedes, G.; Jacques, G. C. 2023. Nesting of the bird *Tolmomyias sulphurescens* (Spix, 1825) (Passeriformes: Tyrannidae) associated with the ant *Camponotus senex* (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) in the Cerrado, Brazil. Rev. Chil. Entomol. 49(3): 465-470. doi:10.35249/rche.49.3.23.04.

Stanback, M.; Mercadante, A.; Anderson, W.; Burke, H.; Jameson, R. 2009. Nest site competition between cavity nesting passerines and golden paper wasps *Polistes fuscatus*. J. Avian Biol. 40: 650-652.

Wunderle Jr, J. M.; Pollock, K. H. 1985. The Bananaquit-wasp nesting association and a random choice model. *Ornithol. Monogr.* 595-603. doi:10.2307/40168307.

### 3 CONCLUSÃO

O presente trabalho ampliou o conhecimento sobre as vespas sociais (Vespidae: Polistinae) de Minas Gerais, com o primeiro inventário deste táxon no Parque Estadual do Pico do Itambé (PEPI); e elaborou uma metodologia ativa para aproximar esse conteúdo do ambiente educacional por meio de um produto técnico. Ao longo da pesquisa, os objetivos definidos inicialmente foram alcançados: foi possível inventariar a fauna de Polistinae no parque, registrar aspectos de sua nidificação e desenvolver um aplicativo educacional voltado ao ensino de Zoologia.

O inventário registrou uma riqueza expressiva, composta por 50 espécies distribuídas em 10 gêneros, incluindo três novos registros para Minas Gerais, o que tornou o estudo, o inventário com maior diversidade registrada em um único levantamento. Esses dados reforçam o papel do parque como área estratégica para a conservação e mostram como regiões de transição entre biomas sustentam comunidades complexas e pouco conhecidas. Outro achado relevante foi o registro inédito da associação entre *Mischocyttarus socialis* e a ave *Tolmomyias sulphurescens*, fato que amplia a compreensão sobre interações ecológicas envolvendo vespas sociais e abre novas interpretações sobre o comportamento dessas espécies.

Além das descobertas ecológicas, o trabalho resultou na criação do aplicativo “Bicho na Tela”, que organiza conteúdos de Zoologia alinhados à BNCC e utiliza elementos de gamificação para tornar o estudo mais acessível e estimulante. O produto técnico reforça a importância da divulgação científica e demonstra como tecnologias educacionais podem aproximar estudantes da biodiversidade, contribuindo para o fortalecimento do ensino de Ciências e para a valorização da fauna brasileira.

Ainda assim, algumas limitações podem ser destacadas ao longo do desenvolvimento desta dissertação, por exemplo, a amostragem concentrou-se em áreas acessíveis do parque, deixando zonas mais remotas sem investigação. Em relação ao produto técnico, a necessidade de dispositivos digitais e acesso à internet pode limitar o uso do aplicativo em escolas com menor infraestrutura.

Dessa forma, recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem o monitoramento das vespas sociais em ambientes semelhantes ao PEPI; além disso, estudos sobre conservação, resposta a mudanças ambientais e análises genéticas também poderiam complementar o conhecimento gerado aqui. Sugere-se, ainda, o aprimoramento contínuo do aplicativo, com expansão do banco de questões, inserção de novos recursos interativos e avaliação de seu impacto pedagógico em diferentes contextos escolares.

Assim, esta dissertação contribui para preencher lacunas sobre a biodiversidade da Serra do Espinhaço, reforça a relevância das vespas sociais para os ecossistemas brasileiros e demonstra que a aproximação entre ciência, tecnologia e educação pode gerar resultados duradouros tanto para a pesquisa quanto para a formação de novos públicos interessados na conservação da natureza.

## APÊNDICE – Produto Técnico e Tecnológico (PTT)

### 1 APRESENTAÇÃO

O produto técnico desenvolvido neste trabalho consiste em um aplicativo educacional voltado ao ensino de Biologia, com ênfase nos conteúdos de Zoologia. A proposta surge da necessidade de aproximar os estudantes de uma aprendizagem mais interativa, onde sejam utilizados recursos digitais que dialoguem com seu cotidiano (FELICIANO et al., 2023). Para isso, o aplicativo intitulado “Bicho na Tela” incorpora elementos de gamificação como estratégia didática para estimular a participação contínua, promover a autonomia dos alunos e reforçar os conteúdos de forma lúdica (GUIMARÃES et al., 2023).

O desenvolvimento do aplicativo ocorreu em diferentes etapas, desde a concepção pedagógica até a implementação tecnológica. Inicialmente, foram definidos os recursos e mecanismos interativos que tornariam o aplicativo mais atrativo para o público estudantil. Optou-se pela incorporação de elementos de gamificação, tais como: sistema de pontuação e recompensa, níveis e progressão, *ranking* de resultados e *feedbacks* das respostas.

Após a definição do formato, foi criado um banco de questões a partir de conteúdos alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), contemplando desde aspectos gerais da Zoologia até temas específicos de diferentes filos e classes animais. Esse material foi elaborado com base em dois livros didáticos normalmente utilizados no ensino médio, o da Moderna Plus (comumente adotado em escolas públicas) e o do Bernoulli Sistema de Ensino (frequentemente utilizado em escolas particulares).

As questões foram organizadas em tópicos correspondentes aos principais táxons zoológicos estudados nesta etapa de ensino, que foram dispostos da seguinte forma, abrangendo tanto a Zoologia dos Invertebrados quanto a dos Vertebrados:

- Metazoários;
- Filo Porifera;
- Filo Cnidaria;
- Filo Platyhelminthes;
- Filo Nematoda;
- Filo Mollusca;
- Filo Annelida;
- Filo Arthropoda;
- Filo Echinodermata;

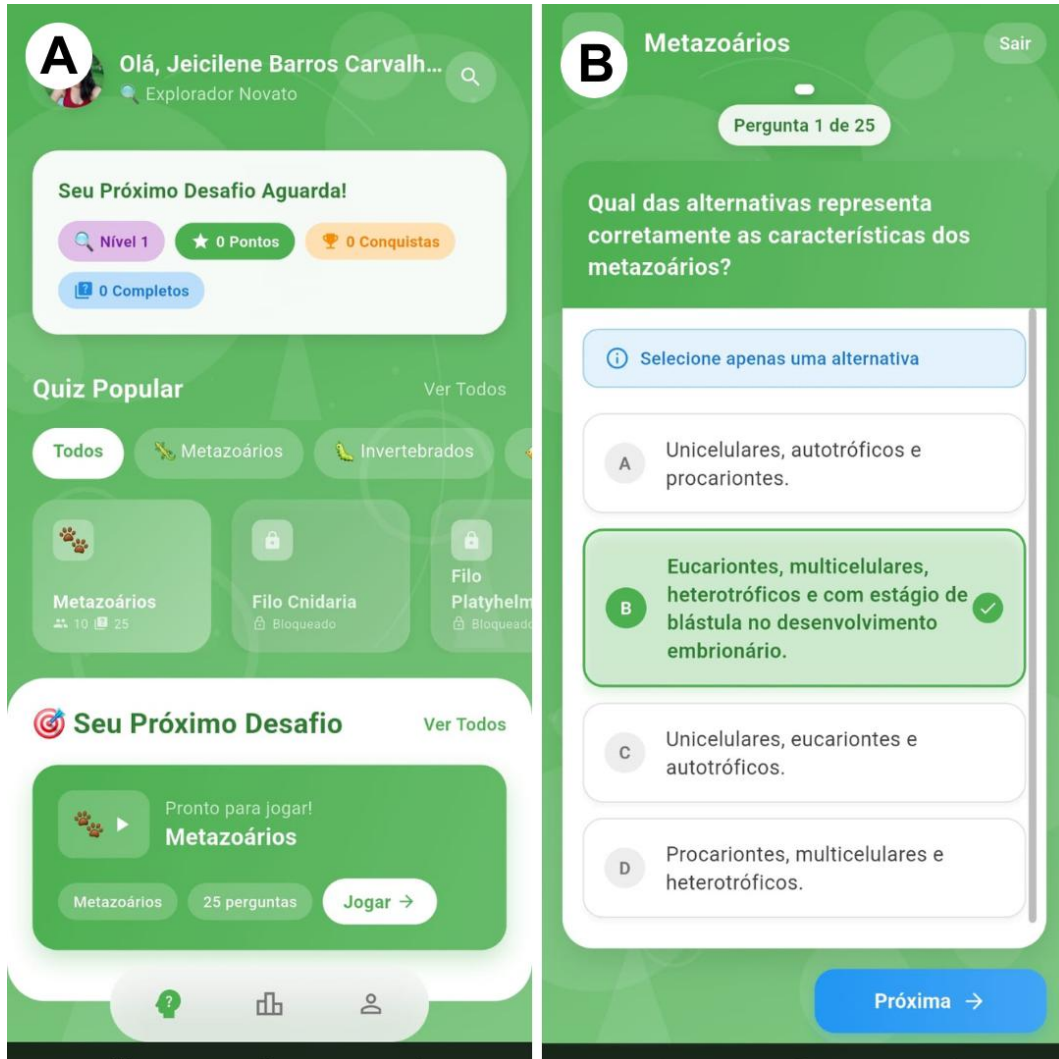
- Filo Chordata.

No total, foram elaboradas 65 perguntas, distribuídas conforme a extensão e a complexidade de cada tema.

Com o banco de questões finalizado, iniciou-se o processo de construção técnica do aplicativo. Ele foi desenvolvido de forma moderna na *IDE Cursor*, um ambiente de programação que utiliza a inteligência artificial *Claude 4* para auxiliar e acelerar a escrita do código. A tecnologia principal é o *Flutter*, do *Google*, que junto com a linguagem *Dart*, permitiu criar todas as telas e funcionalidades do aplicativo a partir de um único código-fonte, como se fosse uma planta mestra de engenharia. Isso permite que o aplicativo funcione em múltiplas plataformas, ou seja, ele está pronto para ser usado tanto em dispositivos *Android* e *iOS*, quanto na *Web*, através de qualquer navegador. Assim, é garantida uma experiência de uso consistente e de alta qualidade para todos, independentemente do dispositivo.

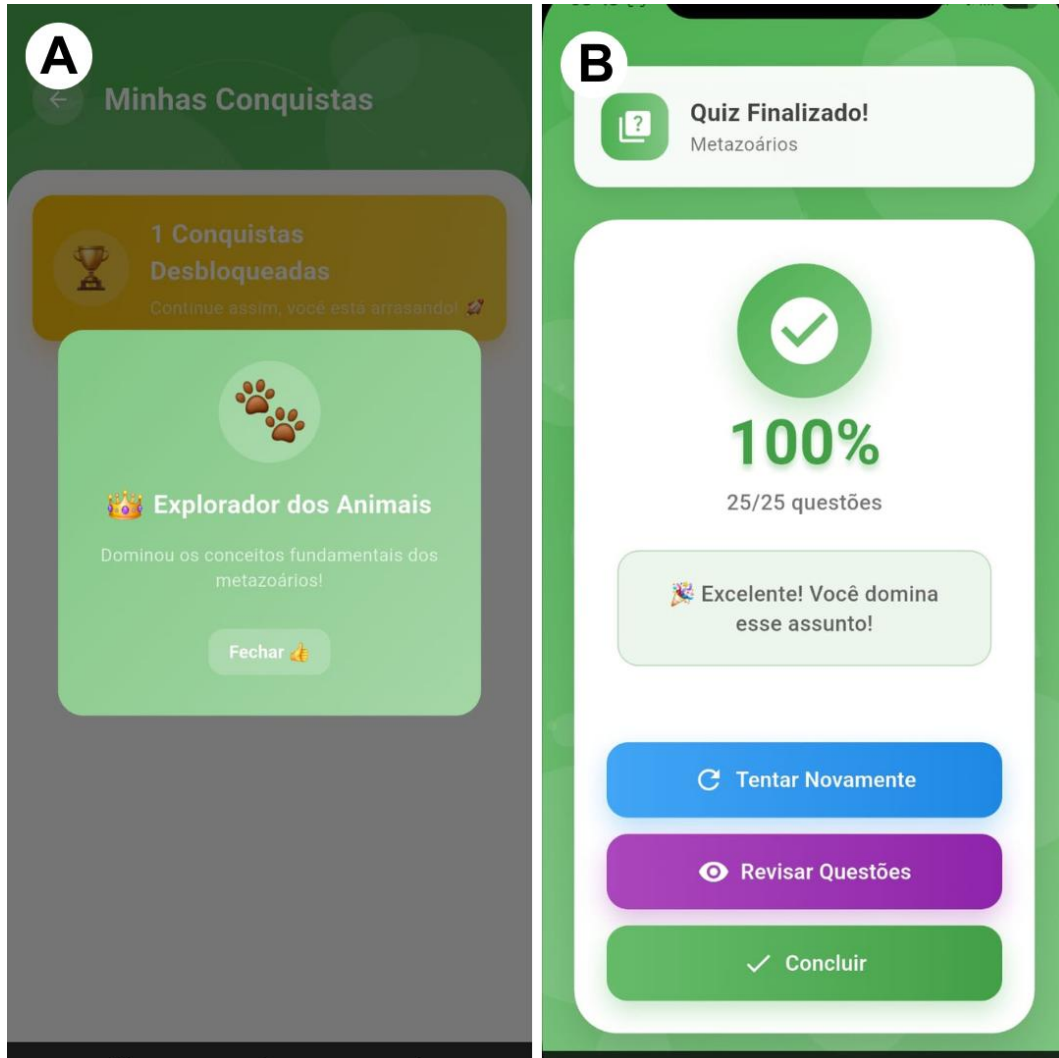
Quanto à estruturação, o aplicativo contempla três interfaces principais. A primeira corresponde à tela inicial de introdução, na qual o usuário pode visualizar uma síntese de seu desempenho no aplicativo e acessar os *quizzes* com conteúdos relacionados à morfologia, fisiologia, ecologia e classificação dos animais (Figura 01 - A). Esses *quizzes* são compostos por questões em diferentes formatos, como múltipla escolha, verdadeiro ou falso, associação de colunas, arraste e solte, e preenchimento de lacunas (Figura 01 - B). A segunda interface é destinada à classificação dos usuários, onde é exibido um *ranking* com a pontuação dos participantes; já na terceira tela, tem-se o perfil completo da pessoa, nela é mostrado relatórios individuais com estatísticas, progresso e conquistas obtidas ao longo dos *quizzes* realizados, o que auxilia o aluno a identificar seus avanços e pontos de dificuldade (Figura 02).

Figura 01 – Interface do aplicativo Bicho na tela. (A) Tela inicial do usuário. (B) Exemplo de questão englobada pelo aplicativo.



Fonte: A autora, 2025.

Figura 02 – Interface do aplicativo Bicho na tela. (A) Tela de conquista desbloqueada. (B) Tela de finalização do quiz.



Fonte: A autora, 2025.

Atualmente, o aplicativo encontra-se em fase de protótipo, disponível em um link temporário (<https://zoologia-em-jogo.web.app/>) utilizado apenas para fins de teste, avaliação e demonstração. Após o encerramento do período de ajustes e refinamentos, está prevista sua publicação nas lojas oficiais de aplicativos (*Google Play Store* e *Apple App Store*), o que ampliará o alcance e a distribuição do produto. A manutenção técnica e pedagógica do aplicativo ficará sob responsabilidade da equipe de desenvolvimento do projeto. Estima-se que as atualizações serão realizadas anualmente, contemplando: 1) ajustes de conteúdo conforme as atualizações da BNCC; 2) aperfeiçoamento das funcionalidades para melhor experiência do usuário; 3) correção de eventuais falhas detectadas durante o uso.

Por fim, o processo de registro do produto junto ao Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) do IFMG já foi iniciado, com o envio do formulário de submissão e documentação para análise técnica e institucional. Essa etapa assegura o reconhecimento do aplicativo como um produto técnico vinculado ao programa de pós-graduação, o que garante a proteção da propriedade intelectual e o vínculo oficial com a instituição.

## **2 OBJETIVO**

Desenvolver um protótipo de aplicativo *mobile* para *Android* e *iOS* voltado para o ensino de Zoologia, onde a gamificação seja utilizada como estratégia pedagógica.

## **3 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO (PTT)**

### **3.1 Complexidade, vantagens, limitações e nível de complexidade (alta, média, baixa)**

O aplicativo apresenta nível de complexidade médio, pois envolve tanto a elaboração de conteúdos didáticos alinhados à BNCC quanto o desenvolvimento de uma plataforma digital gamificada. Entre as principais vantagens, destacam-se a possibilidade de tornar o ensino de Zoologia mais atrativo, a oferta de recursos acessíveis para escolas com poucas alternativas de materiais didáticos e a integração entre tecnologia e prática pedagógica. Como limitações, apontam-se a dependência de dispositivos móveis e acesso à internet, além da necessidade de constante atualização do banco de questões e funcionalidades do aplicativo para garantir sua eficiência no processo de ensino-aprendizagem.

### **3.2 Linha de pesquisa do MPSTA**

O produto técnico insere-se na linha de pesquisa em Ecologia Aplicada, uma vez que tem o propósito de alinhar conhecimento científico, educação ambiental e práticas educacionais. Assim, ele contribui para a compreensão da biodiversidade e para o estímulo da responsabilidade socioambiental nos estudantes.

### **3.3 Aplicabilidade**

O aplicativo pode ser aplicado em diferentes contextos educacionais, tanto no ensino formal, como ferramenta de apoio às aulas de Biologia, quanto em atividades de extensão e projetos interdisciplinares voltados à popularização da ciência.

### **3.4 Caráter inovador**

O caráter inovador do aplicativo reside na integração da gamificação ao ensino de Zoologia, visto que ainda os estudantes recorrem ao método da memorização quando se trata do seu estudo devido à falta de material didático relacionado ao tema e por considerarem os termos e as nomenclaturas que envolvem a área complexos (SILVA et al., 2021).

### 3.5 Público-alvo

Estudantes e professores do Ensino Médio.

### 3.6 Impacto

O impacto do produto técnico pode ser observado em três dimensões:

- Educacional: favorece a compreensão de conteúdos, amplia a motivação e promove maior engajamento dos estudantes.
- Social: democratiza o acesso a ferramentas tecnológicas, contribuindo para a redução das desigualdades no processo educativo.
- Científica: abre espaço para pesquisas futuras sobre metodologias ativas e gamificação no ensino de Ciências, alinhando-se à orientação da CAPES de que o PTT deve gerar efeitos duradouros na formação acadêmica e na sociedade.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base - Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2018. 576 p.

CAPES. **Produção Técnica: Grupo de Trabalho**. Capes: Brasília. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf>. Acesso em: 26. ago. 2025.

FELICIANO, Silas Mendes et al. Gamificação como alternativa para processo de aprendizagem na disciplina de Biologia. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 8, p. 1359-1369, 2023.

GUIMARÃES, Ueudison Alves et al. AS TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA A PRÁTICA DA APRENDIZAGEM: AS VANTAGENS DO USO DA GAMIFICAÇÃO NA APRENDIZAGEM. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 4, n. 12, p. e4124347-e4124347, 2023.

SILVA, Carla Leitão da et al. Percepções de alunos do Ensino Médio sobre o ensino de Zoologia. **Revista Educar Mais**, v. 5, n. 3, p. 683-697, 2021.