



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

---

Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde

Licenciatura em Ciências Biológicas

**ESTUDOS DE INTERAÇÃO INSETO-PLANTA NO CERRADO: UMA  
ANÁLISE DA LITERATURA**

**Jaqueline Soares Lima**

Dezembro/2023

Rio Verde – GO



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

---

**Jaqueline Soares Lima**

## **ESTUDOS DE INTERAÇÃO INSETO-PLANTA NO CERRADO: UMA ANÁLISE DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte das exigências da disciplina TCC do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

**Orientador (a):** Fernando Henrique Antonioli Farache

Dezembro/2023

Rio Verde – GO

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

L732e Lima, Jaqueline Soares  
ESTUDOS DE INTERAÇÃO INSETO-PLANTA NO CERRADO:  
UMA ANÁLISE DA LITERATURA / Jaqueline Soares Lima;  
orientador Fernando Henrique Antonioli Farache. --  
Rio Verde, 2023.  
53 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Ciências  
Biológicas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio  
Verde, 2023.

1. herbivoria. 2. Web of Science. 3. hymenoptera.  
4. galhador. 5. polinização. I. Farache, Fernando  
Henrique Antonioli, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)

- Tese
- Dissertação
- Monografia – Especialização
- Artigo - Especialização
- TCC - Graduação
- Artigo Científico
- Capítulo de Livro
- Livro
- Trabalho Apresentado em Evento
- Produção técnica. Qual: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: Jaqueline Soares Lima

Matrícula: 2019102220530540

Título do Trabalho: ESTUDOS DE INTERAÇÃO INSETO-PLANTA NO CERRADO: UMA ANÁLISE DA LITERATURA

### Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01/03/2024

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. Cumpru quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 30 de janeiro de 2024

Jaqueline Soares Lima

*Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais*

Ciente e de acordo:

Fernando Henrique Antonioli Farache

*Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)*

Documento assinado eletronicamente por:

- Jaqueline Soares Lima, 2019102220530540 - Discente, em 30/01/2024 17:11:56.
- Fernando Henrique Antonioli Farache, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/01/2024 17:06:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 30/01/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 566844  
Código de Autenticação: ba00e21744



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

Regulamento de Trabalho de Curso (TC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos quatorze dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e três, às quatorze horas, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Dr. Fernando Henrique Antonioli Farache (orientador), Prof. Dr. Sebastiao Carvalho Vasconcelos Filho (membro interno) e Dr. Tainã Lucas Andreani (membro interno), para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado “ESTUDOS DE INTERAÇÃO INSETO-PLANTA NO CERRADO: UMA ANÁLISE DA LITERATURA” de Jaqueline Soares Lima, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2019102220530540. A palavra foi concedida ao(à) estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora e Mediador de TC.

Rio Verde, 31 de Janeiro de 2024.

Fernando Henrique Antonioli Farache  
Orientador(a)

Sebastiao Carvalho Vasconcelos Filho  
Membro da Banca Examinadora

Tainã Lucas Andreani  
Membro da Banca Examinadora

Fernando Henrique Antonioli Farache  
Mediador de TC

Documento assinado eletronicamente por:

- Tainã Lucas Andreani, 2023102343760001 - Discente, em 01/02/2024 22:17:13.
- Sebastiao Carvalho Vasconcelos Filho, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/01/2024 13:01:24.
- Fernando Henrique Antonioli Farache, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/01/2024 12:33:22.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/01/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 567127  
Código de Autenticação: 00c3ceef97



**Dedico este trabalho à minha família.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus por me conduzir até este ponto e guiar meus passos diariamente.

Agradeço profundamente à minha mãe, Divina Soares de Oliveira, uma guerreira que, com amor e carinho, me criou sozinha, sendo pai e mãe. Mãe, você é meu tudo, e agradeço por sua orientação, ensinamentos e por ser a base da minha vida.

Ao meu esposo, Victor Hugo Confessor, agradeço por estar sempre ao meu lado, apoiando-me pacientemente em todas as dificuldades e fazendo-me acreditar na minha capacidade.

Recordo com carinho o meu querido avô, Francisco Borges de Oliveira, que não está mais entre nós, mas sei que continua a me proteger de algum lugar. Sua força inspira a minha determinação.

Ao meu irmão, Luís Fernando, e ao meu padrasto, Rayk, agradeço por serem pessoas amadas e especiais, fundamentais na minha base familiar.

Às amigas da faculdade, Fernanda Elen, Taline, Sara e Sarah, e a todos os amigos não mencionados aqui, agradeço por tornarem minha jornada acadêmica mais leve e feliz, sendo parte essencial da minha vida.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Fernando Farache, por aceitar me orientar neste trabalho, demonstrando paciência, atenção e prestatividade em todos os detalhes. Sua presença e dedicação foram fundamentais para o sucesso deste processo.

**Gratidão a todos!**



## RESUMO

LIMA, JAQUELINE SOARES. **Estudos de Interação Inseto-Planta no Cerrado: Uma Análise da Literatura**, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Licenciatura em Ciências Biológicas. Instituto Federal Goiano — campus Rio Verde, Goiás. Rio Verde — Goiás, 2023.

O Cerrado, representando 24% do território brasileiro, é o segundo maior bioma do país, e enfrenta desafios de perda de habitat devido a atividades agrícolas, apesar de sua rica biodiversidade. As interações entre insetos e plantas, como polinização, interação formiga-planta-herbívoro, especialmente herbivoria, são comuns no Cerrado, com as plantas desenvolvendo mecanismos de defesa contra os insetos. Este estudo objetivou analisar essas interações, conduzindo um levantamento bibliográfico utilizando a base de dados Web of Science. Sem a utilização de um Filtro temporal, foram obtidos artigos de 1995 até 2023, e dados gerais dos artigos foram coletados, incluindo ano, autores, instituição, local e tipo de interação. Foi obtido um total de 155 artigos, sendo que 12 não se encaixaram nos critérios de inclusão, havendo uma linha de tendência positiva em relação aos números de publicações por ano, e uma grande parte dos artigos publicados envolvendo as áreas de “Entomologia” e “Ciências ambientais e Ecologia”. A maioria dos trabalhos foi desenvolvido por membros de três universidades, sendo que essas afiliações coincidem com os estados mais frequentemente abordados nos estudos, com Minas Gerais apresentando a maior predominância de estudos. Um total de 40 famílias de insetos interagindo com plantas foram encontrados nos artigos analisados e as interações que tiveram maior recorrência foram herbivoria e interações entre formigas, plantas e herbívoros, com foco em Hymenoptera e Lepidoptera. A herbivoria, particularmente envolvendo insetos galhadores, foi o tipo de interação mais prevalente. Dentre os grupos de plantas, a família Fabaceae foi amplamente estudada, por ser a maior em diversidade de espécies do Cerrado. Os resultados ofereceram uma visão abrangente e enfatizaram a necessidade contínua de compreender as complexas interações no ecossistema do Cerrado.

**Palavras-chave:** herbivoria; Web of Science; hymenoptera; galhador; polinização; fitófago.

## ABSTRACT

LIMA, JAQUELINE SOARES. **Insect-Plant Interaction Studies in the Cerrado: An Analysis of the Literature**, 2023. Course Completion Work (Graduate) — Degree in Biological Sciences. Instituto Federal Goiano — Rio Verde campus, Goiás. Rio Verde — Goiás, 2023.

The Cerrado, representing 24% of Brazilian territory, is the second largest biome in the country, and faces challenges of habitat loss due to agricultural activities, despite its rich biodiversity. Interactions between insects and plants, such as pollination, ant-plant-herbivore interactions, especially herbivores, are common in the Cerrado, with plants developing defense mechanisms against insects. This study aimed to analyze these interactions, conducting a bibliographic survey using the Web of Science database. Without using a temporal filter, articles were obtained from 1995 to 2023, and general data from the articles were collected, including year, authors, institution, location and type of interaction. A total of 155 articles were obtained, 12 of which did not meet the inclusion criteria, having a positive trend line in relation to the number of publications per year, and a large part of the articles published involving the areas of “Entomology” and “Environmental Sciences and Ecology”. Most of the work was developed by members of three universities, with these affiliations coinciding with the states, but often involving studies, with Minas Gerais showing a greater predominance of studies. A total of 40 families of insects interacting with plants were found in detailed articles and the interactions with the greatest recurrence were herbivores and interactions between ants, plants and herbivores, with a focus on Hymenoptera and Lepidoptera. Herbivory, especially involving galling insects, was the most prevalent type of interaction. Among the plant groups, the Fabaceae family has been widely explored, as it is the largest in species diversity in the Cerrado. The results offered a comprehensive overview and emphasized the ongoing need to understand the complex interactions in the Cerrado ecosystem.

**Keywords:** herbivory; Web of Science; hymenoptera; gallant; pollination; phytophagous.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Números de publicações sobre interação inseto-planta no Cerrado ao longo do tempo. A linha de tendência indica o ajuste da regressão linear sobre os dados-----14
- Figura 2** - Total de publicações na área de interação entre insetos e plantas de cada autor (incluindo somente autores com mais de 3 publicações). Para cada publicação, foram incluídos todos os coautores-----15
- Figura 3** - Número de publicações envolvendo pesquisadores para cada afiliação, sendo considerados apenas as instituições com maior número de publicações na área de interações entre insetos e plantas-----16
- Figura 4** - Mapa com os estados mais amostrados dos estudos nas publicações dos artigos pesquisados, com um alto índice em Minas Gerais. Obs.: Distrito Federal: 22 publicações-----17
- Figura 5** - Número de áreas de pesquisas dos autores em relação aos artigos publicados, destacando a área de entomologia-----18
- Figura 6** - Associação de palavras-chave mais utilizadas nas publicações que exploram as interações entre insetos e plantas no Cerrado-----19
- Figura 7** - Gráfico de incidência dos tipos de interação inseto-planta mais amostrados nos artigos publicados, com alta incidência em herbivoria-----20
- Figura 8** - Gráfico de incidência das guildas alimentares de herbívoros mais amostradas nos artigos publicados, com predominância em insetos indutores de galhas-----21
- Figura 9** - Ordem de insetos encontrados nos artigos abordando interações inseto-planta identificados neste estudo-----22
- Figura 10** - Número de estudos sobre interações inseto-planta no cerrado abordando as famílias de insetos indicadas-----23
- Figura 11** - Família de plantas em relação ao número de estudos dos artigos publicados, com maior destaque as famílias Fabaceae e Caryocaraceae-----24

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1. OBJETIVO GERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>
<b>Apêndice 1: artigos analisados neste estudo.....</b>	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O Cerrado ocupa uma área por volta de 24% do território nacional, considerado o segundo maior bioma brasileiro, superado em área apenas pela Amazônia (IBGE, 2004). A existência de fogo e a herbivoria são aspectos ambientais frequentes, o que pode definir características adaptativas em plantas nativas (DELGADO et al., 2014). O Cerrado Brasileiro é uma vegetação esclerófila, demasiadamente instigada pela pobreza do solo e contaminação com alumínio (GOODLAND & FERRI, 1979; GIULIETTI & PIRANI, 1988). Este bioma manifesta uma ampla diversidade de espécies da fauna e flora, sendo considerado o ambiente savânico mais diverso do mundo (MYERS et al., 2000). A grande variedade de insetos e plantas faz com que o Cerrado seja considerado um hotspot para a biodiversidade (BRIDGEWATER et al., 2004; LASTE et al., 2019), não somente isso, mas uma combinação de fatores do bioma, entretanto o Cerrado tem sido negligenciado por políticas públicas não associadas a medidas complementares de conservação (STRASSBURG et al., 2017). Historicamente o Cerrado passou por elevado processo de perda e fragmentação de habitats associado à expansão de atividades agrícolas (CARNEIRO et al., 2011; SIQUEIRA & FARIA, 2019) e, desta forma, a biodiversidade do Cerrado se tornou ameaçada o com declínio das populações das espécies nativas, redução na diversidade genética e até extinções de espécies (COLLI et al., 2020). De fato, pela diversidade do bioma, então ocorre uma ampla gama de interações ecológicas.

As interações de animais e plantas são amplamente recorrentes e conspícuas (KROHLING, 2010), e a interação fundamental realizada pelas plantas é com os insetos, alterando de associações antagônicas a neutra (neutralismo) ou de benefício mútuo (mutualismo) (PRICE et al., 2011), visto que, as principais interações inseto-plantas são: Herbivoria, polinização e a interação entre as formigas, plantas e herbívoros. Na interação inseto-plantas antagônica, os insetos herbívoros podem desencadear resultados de defesa das plantas, como a fabricação de toxinas, tricomas e modificações na arquitetura foliar, como um método que evoluiu para minimizar os prejuízos provocados pelos insetos (DICKE & BALDWIN, 2010). As plantas desenvolveram distintos métodos de defesa, ocasionando a redução de ataque por insetos, englobando barreiras químicas e barreiras físicas (GALLO et al., 2002; MELLO & SILVA-FILHO, 2002). Já no mutualismo, acontece uma relação simbiótica entre os insetos e as plantas, em que ambos se beneficiam. Os insetos conseguem alimento e moradia, enquanto as plantas ganham serviços valiosos, como polinização e

dispersão de sementes (OLLERTON et al., 2009), desta forma, os estudos de interação inseto-plantas engloba desde a coevolução entre insetos herbívoros e suas plantas hospedeiras até os intrincados mecanismos que envolvem a polinização e a dispersão de sementes realizadas pelos insetos (THOMPSON, 2019).

Uma parte da investigação da ecologia em ambientes terrestres concentra-se primordialmente na relação entre insetos herbívoros e as plantas que os hospedam. Este domínio de estudo visa compreender os elementos que moldam essa interação, procurando elucidar os padrões de ocorrência observados (CARREGARO, 2011). Os impactos provocados pelos insetos afetam todas as fases de desenvolvimento da planta hospedeira, exercendo influência sobre seu crescimento, abundância e capacidade reprodutiva. (MOTHERSHEAD & MARQUIS, 2000; BOEGE & MARQUIS, 2005). Pelo Cerrado possuir uma rica flora, o bioma fica mais suscetível a ter insetos herbívoros.

Herbivoria refere-se à ingestão de qualquer parte de uma planta, abrangendo folhas, caules, raízes, flores, frutos ou sementes por parte de animais (SOUZA, 2015). Os impactos adversos da herbivoria geralmente apresentam magnitudes reduzidas quando as populações envolvidas têm uma história evolutiva, que em termos simples, a seleção natural tende a diminuir os efeitos prejudiciais ao longo do tempo, podendo até resultar na redução significativa ou na completa eliminação da interação (ODUM, 1988). As principais guildas alimentares podem ser classificadas da seguinte maneira (segundo GULLAN & CRANSTON, 1998):

- Consumo foliar (alimentação externa): mais visível do que ataque por sugadores, os grupos mais frequentes são Lepidoptera e Coleoptera; outras ordens que se alimentam de folhas são: Orthoptera, Hymenoptera, Phasmatodea e Psocoptera.
- Minadores e brocadores: os minadores se alimentam da epiderme da planta, enquanto os brocadores se alimentam em camadas mais profundas. Os minadores podem ser classificados em minadores de folhas e minadores de caules, com apenas quatro ordens de insetos holometábolos envolvidas nesse tipo de alimentação. Por outro lado, os brocadores se alimentam de diferentes partes das plantas, como troncos, frutos e sementes, que diferentes grupos de insetos promovem diferentes tipos de ataques.
- Sugadores de seiva (alimentação interna): é uma forma de alimentação inconspícua, quando comparadas com o consumo foliar, por não envolver estimulação visual de

qualquer natureza. A alimentação se dá pela sucção do conteúdo do floema (seiva elaborada). Pode provocar dano direto através do retardamento do crescimento geral da planta e dano indireto através da transmissão de viroses ou injeção de saliva tóxica.

- Galhadores (alimentação interna): são os insetos que emitem um estímulo químico às células de tecidos vegetais, fazendo com que estes tecidos se desenvolvam patologicamente.

A relação entre plantas hospedeiras e insetos que induzem a formação de galhas representa uma das interações tróficas mais altamente especializadas na natureza (ARAÚJO et al., 2019). A abundância de insetos que induzem galhas no ambiente está potencialmente associada ao estresse nutricional, sendo mais frequentemente observada em solos com baixa fertilidade e sujeitos a deficiências hídricas (ARAÚJO; GOMES-KLEIN; SANTOS, 2007). A escolha de ambientes secos pelos insetos galhadores pode estar ligada à menor presença de parasitas e predadores nesse meio (JULIÃO; VENTICINQUE; FERNANDES, 2007). Diversas plantas de importância econômica estão suscetíveis a danos provocados por insetos galhadores. Isso abrange plantas ornamentais, comestíveis, medicinais e usadas na produção de pesticidas, além de espécies empregadas em setores como carpintaria, cosmética, marcenaria e agrossilvicultura (MAIA, 2018).

Segundo Collins (2017), é evidente que as interações entre insetos e plantas podem ser reciprocamente vantajosas, mesmo quando inicialmente parecem ser antagonistas, como na herbivoria. No entanto, ao contextualizá-las como mutualísticas, torna-se mais compreensível por que essas interações existem e perduram. Numerosas evidências sugerem que o mutualismo entre insetos e plantas evoluiu devido às vantagens oferecidas às plantas pelos insetos que naturalmente forrageavam em suas superfícies (BRONSTEIN et al., 2006). Assim, a análise das interações entre diversas espécies no Cerrado é essencial para a preservação da biodiversidade, constituindo uma parte integral das estratégias para garantir a sustentabilidade das comunidades e a compreensão da ecologia das interações multitróficas em ambientes naturais (SOUZA, 2015).

Quando abordamos as interações entre insetos e plantas, incontestavelmente a principal relação positiva entre eles é a polinização. O ato de polinizar envolve o transporte do pólen do órgão masculino para o órgão reprodutivo feminino da flor (HOWE, WESTLEY, 1998) que frequentemente passa despercebida e, às vezes, é subestimada como um serviço

ecossistêmico, apesar de ser um elemento crucial que viabiliza a reprodução das plantas (FREE, 1993). Sendo um ponto positivo, ao permitir a reprodução das espécies vegetais, auxiliando na manutenção da biodiversidade e, além disso, servindo como alimento e moradia para os insetos, ocorrendo uma relação simbiótica que favorece ambas as partes. Quando há a presença de polinizadores, especialmente insetos, certas espécies de plantas não apenas aumentam a quantidade, mas também a qualidade de seus frutos (NASCIMENTO et al., 2012; TOLEDO et al., 2013).

Considerando os dados apresentados por Couto & Couto (2006), abelhas, borboletas, pulgões, mosquitos e vespas figuram entre os principais insetos polinizadores. Dentre esses, as abelhas assumem uma posição proeminente. O papel das abelhas na polinização das plantas do Cerrado é crucial não apenas por serem responsáveis pela polinização da maioria das espécies, mas também por constituírem o grupo mais exclusivo nesse contexto (SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1988). A relevância da polinização por abelhas se evidencia tanto em ecossistemas naturais quanto agrícolas, contribuindo significativamente para a polinização de 30% a 90% da flora nativa. Adicionalmente, as abelhas desempenham papel essencial na produção de mel e alguns produtos medicinais (KERR, 1997). Com isto, a perda de polinizadores representa um desafio significativo para a produção de alimentos. Além disso, os impactos nos ecossistemas são incalculáveis, pois a diminuição na abundância e extinção de espécies de polinizadores, especialmente abelhas e outros insetos, pode desencadear a extinção de várias outras espécies, provocar desequilíbrios nos ecossistemas e resultar na perda de diversos serviços ecossistêmicos (ROSA et al. 2017, BERINGER et al. 2019).

Outro tipo de interação bem comum, é a interação entre as formigas e plantas que formam redes ecológicas estruturalmente complexas (DEL-CLARO et al., 2018). Esses sistemas fundamentam-se principalmente na proteção biótica que as formigas podem proporcionar às plantas, sobretudo em troca de abrigo e/ou alimentos fornecidos pelas plantas por meio de nectários extraflorais (HEIL, 2015; DEL-CLARO et al., 2016; CALIXTO et al., 2018), conseqüentemente, as formigas podem ser atraídas indiretamente pelas plantas devido à secreção de melada pelos insetos fitófagos (ARANDA-RICKERT et al., 2017; DELABIE, 2001). Essa relação mutualística é denominada interação trofobiótica, na qual insetos fitófagos fornecem melada às formigas, recebendo em troca proteção contra predadores ou parasitóides (DELABIE, 2001; STYRSKY e EUBANKS, 2007). Portanto, a planta hospedeira também pode colher benefícios com a redução dos danos foliares devido ao



aumento da atividade de forrageamento das formigas durante a coleta de melada (ENGEL et al., 2001; KULIKOWSKI, 2020).

Desta forma, neste trabalho foi realizada uma revisão bibliométrica sobre interações entre plantas e insetos no Cerrado. Como hipótese, esperamos encontrar uma predominância significativa de estudos em polinização, dada a extrema importância dessa interação no ecossistema. Além disso, também se espera observar uma considerável atenção para a herbivoria, em particular, aquela associada a insetos indutores de galhas. Tal foco se justifica pela rica fauna e pelo tipo específico de ambiente encontrado no bioma do Cerrado.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Por meio de análise cientométrica, explorar padrões de interações inseto-plantas no Cerrado e compreender a diversidade de organismos e tipos de interação estudados.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar padrões espaciais e temporais na produção bibliográfica de estudos de insetos e plantas no Cerrado, bem como principais locais e grupos de pesquisas atuando na área;
- Identificar os tipos de interações inseto-plantas mais comuns na literatura para o Cerrado;
- Verificar quais são as ordens e famílias de insetos mais estudadas e respectivas famílias de plantas com que mais interagem;

## **3. METODOLOGIA**

A coleta de dados foi realizada por meio de um levantamento bibliográfico. Foram pesquisados artigos relacionados à interação inseto-plantas no Cerrado, onde foi consultada a base de dados online Web Of Science. Foram utilizadas para a pesquisa, as seguintes palavras-chave combinadas: (TS = (insect-pollinat\* OR insect herbivor\* OR insect-plant interaction)) AND TS = (Cerrado OR Cerrado biome), sendo considerados artigos em inglês

e português. Não foi estabelecido um filtro temporal de pesquisa, sendo que foram analisadas publicações disponíveis durante todo o período disponível na base de dados.

Os dados gerais sobre os artigos, bem como resumos e o texto principal foram levantados, e essas informações foram utilizadas para o planilhamento dos dados pelo Microsoft Excel. Para cada artigo as informações foram levantadas em dois conjuntos de dados. Ao passo que o primeiro conjunto apresentou os dados gerais e incluiu, (i) ano de publicação, todos os autores de cada artigo; (ii) afiliação de todos os pesquisadores; (iii) todas as áreas de pesquisa; (iv) estado de estudo; (v) tipo de ambiente analisado (natural, urbano ou agroecossistema); (vi) tipo de interação (polinização, herbivoria, galhadores) e (vii) termos-chave do trabalho. O segundo conjunto apresentou as informações taxonômicas, onde, para cada publicação, foram incluídos atributos taxonômicos dos insetos analisados e dados das plantas com as quais os insetos interagiram.

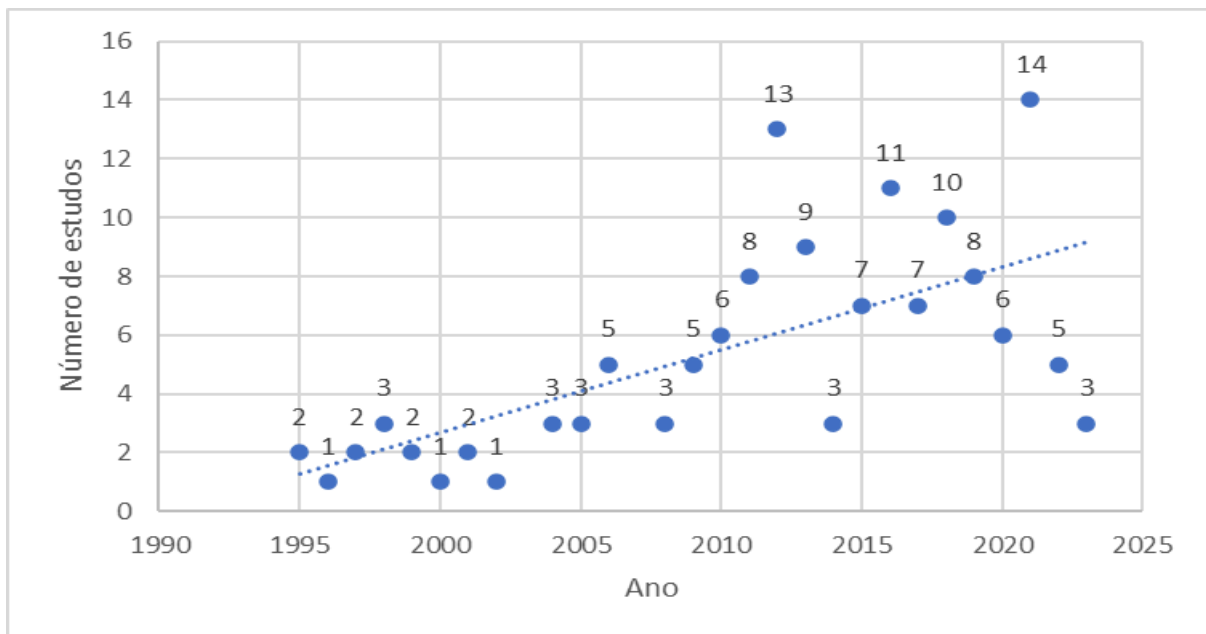
Foi realizada uma análise exploratória de dados (ELLISON, 2001), utilizando análise gráfica para identificar os grupos de pesquisa, autores, as instituições mais atuantes, e número de publicações por ano, avaliamos a tendência temporal do número de publicações, bem como de estudos relacionados com cada tipo de interação inseto-plantas. Para avaliar a abrangência dos dados de interação entre plantas e insetos no Cerrado, foi preparado um mapa no qual foi plotado as localidades indicadas nos estudos, para verificar quais regiões ou estados foram mais amostradas. Por meio de análise gráfica, também foram identificados os grupos de insetos e plantas mais comumente estudados.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram obtidos no total 155 artigos (Apêndice 1) a partir dos termos-chave de busca. Após uma revisão detalhada, 12 desses artigos foram excluídos por não se enquadrarem nos critérios da pesquisa. Entre os artigos excluídos, um deles tratava de um estudo envolvendo uma espécie de cágado chamada "*Acanthochelys spixx*". Além disso, seis artigos não abordavam estudos relacionados ao bioma Cerrado. Um dos artigos era uma revisão da família Burseraceae, outro se concentrava em mamíferos, um terceiro abordava o estudo de aranhas, um quarto tratava da camuflagem animal, e o último não estava relacionado à interação entre insetos e plantas. Como resultado desse processo de seleção, restaram 143 artigos que se alinharam com os objetivos da pesquisa. Além disso, 11 dos artigos selecionados não puderam ser encontrados, impossibilitando de extrair informações além dos

resumos. Essa limitação resultou em algumas lacunas de informação, pois em alguns casos os artigos não forneciam os detalhes necessários em seus resumos. Por fim, vale destacar que apenas 3 dos artigos restantes eram revisões bibliográficas, enquanto os demais representavam pesquisas de campo, indicando uma predominância de estudos empíricos nas análises.

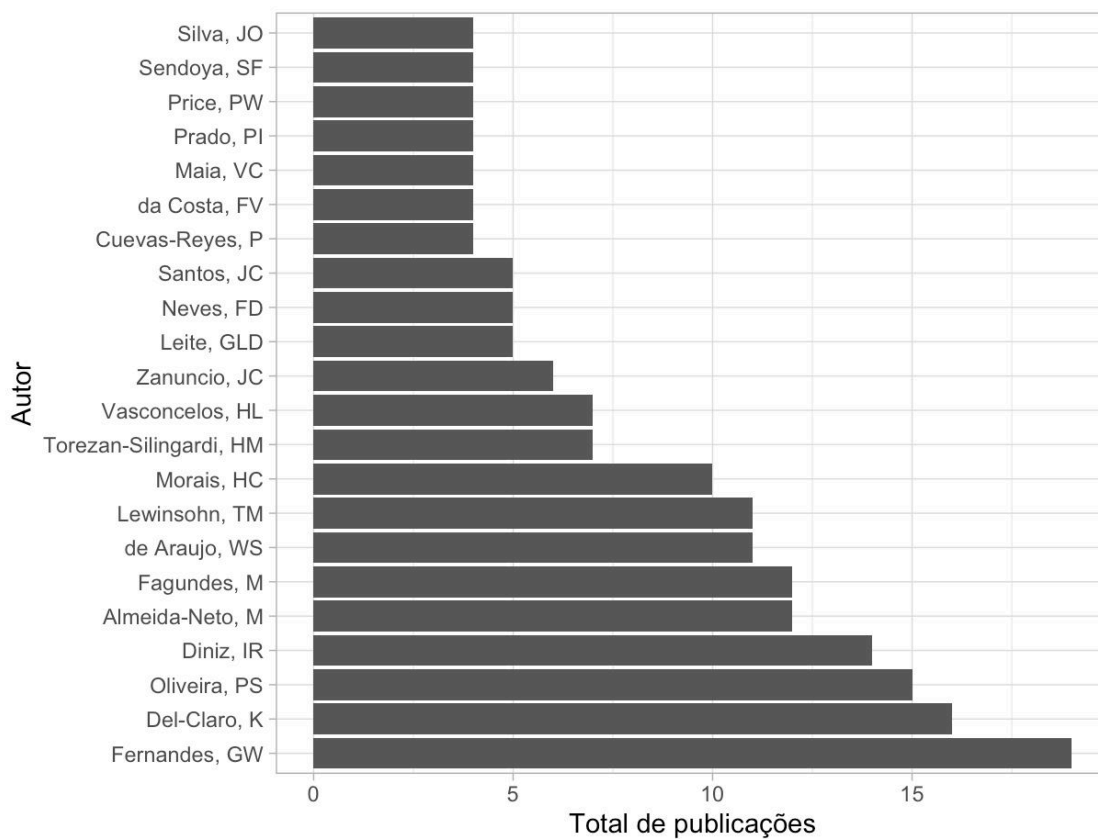
Neste trabalho, foram encontrados artigos no período compreendido entre 1995 a 2023 (Figura 1). Foi observado que ao longo desses anos, há uma tendência positiva no número de publicações, atingindo seu ponto máximo em 2021. Destacam-se os anos de 2012, com 13 artigos publicados, 2016, com 11 artigos publicados, e 2021 com 14 artigos. Esse comportamento crescente até 2021 sugere maior interesse na produção acadêmica ao longo dos anos, refletindo uma notoriedade relevante do tema abordado nos artigos. Não foi considerado um ajuste quadrático para essa relação.



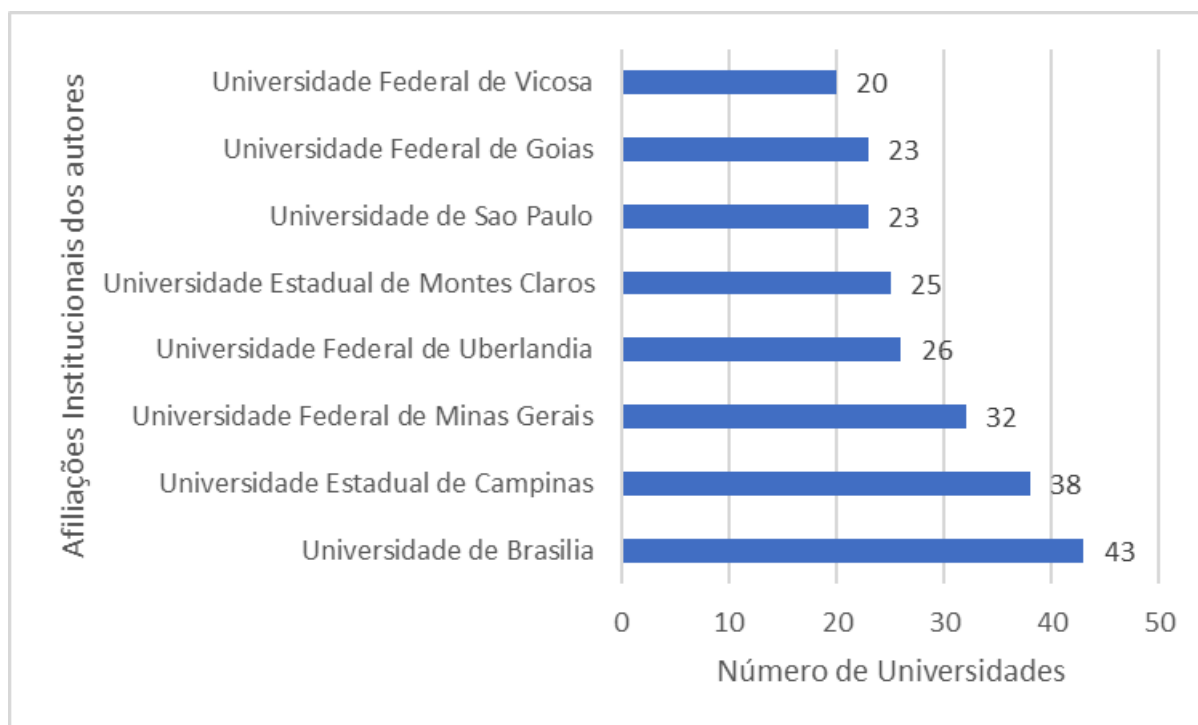
**Figura 1** - Números de publicações sobre interação inseto-planta no Cerrado ao longo do tempo. A linha de tendência indica o ajuste da regressão linear sobre os dados.

A análise do total de publicações de cada autor (Figura 2), envolveu a seleção daqueles que contribuíram com mais de 3 publicações. Ao examinar os resultados, destaca-se o autor Geraldo Wilson A. Fernandes, sendo afiliado da Universidade Federal de Minas Gerais, com 19 artigos sobre a interação entre inseto e planta no Cerrado. Em seguida, o autor entomologista Kleber Del Claro, afiliado da Universidade Federal de Goiânia, com 16 artigos publicados, seguido pelo Paulo S. Oliveira, afiliado da Universidade Estadual de Campinas, ambos graduados em Ciências Biológicas, possuindo mestrado e doutorado em ecologia. Os

demais autores registraram uma quantidade inferior a 15 artigos. Também é possível visualizar as afiliações institucionais de cada autor dos artigos publicados. Vale destacar que, devido à presença de múltiplos autores em diversos artigos, há a possibilidade de ocorrer mais de uma afiliação por artigo, sejam elas iguais ou distintas. Além disso, cada autor pode estar vinculado a uma ou mais afiliações. A observação revela que a afiliação mais frequentemente mencionada é a Universidade de Brasília, totalizando 43 menções. Posteriormente a Universidade Federal de Campinas aparece com 38 menções, seguida da Universidade Federal de Minas Gerais com 32 menções (Figura 3).

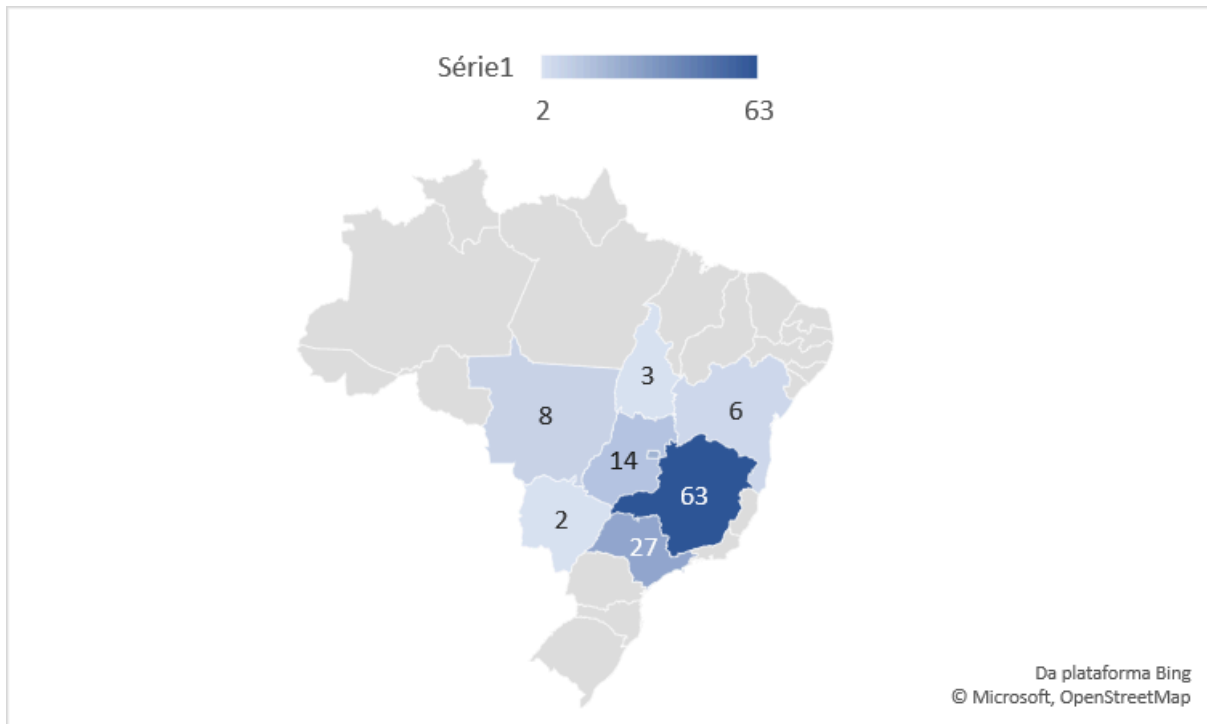


**Figura 2** - Total de publicações na área de interação entre insetos e plantas de cada autor (incluindo somente autores com mais de 3 publicações). Para cada publicação, foram incluídos todos os coautores.



**Figura 3** - Número de publicações envolvendo pesquisadores para cada afiliação, sendo considerados apenas as instituições com maior número de publicações na área de interações entre insetos e plantas.

Ao verificar no mapa os estados mais amostrados nas publicações dos artigos investigados (Figura 4) é possível perceber um alto índice de pesquisas em Minas Gerais, São Paulo e Distrito Federal. É importante salientar que determinadas pesquisas englobam mais de um estado, enquanto alguns artigos estavam sujeitos a restrição de acesso e outros consistiam em revisões bibliográficas. Dentre os locais abordados nos estudos, a maioria inclui Reservas Ecológicas, parques nacionais, fazendas, universidades e áreas de preservação. Exemplificando, destaca-se a Reserva Ecológica do Panga em Minas Gerais, o Clube de Caça e Pesca Itororó em Minas Gerais, a Estação Ecológica de Itirapina em São Paulo, o Parque Nacional das Emas em Goiás, a Fazenda Água Limpa e a Universidade de Brasília, ao serem os locais mais amostrados nos artigos encontrados. A Reserva Ecológica do Panga se destaca como um dos locais de Cerrado mais bem preservados no sudeste do Brasil, contendo a maioria das características vegetativas desse bioma, além de abrigar uma fauna notavelmente diversificada (CARDOSO et al . 2009). A área de Cerrado no Clube Caça e Pesca Itororó está dividida em duas principais fitofisionomias da formação savânica: cerrado sentido restrito e a vereda (APPOLINARIO & SCHIAVINI 2002).



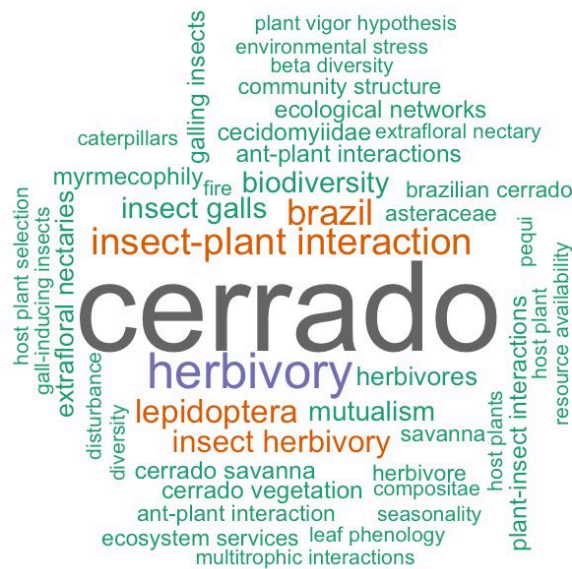
**Figura 4** - Mapa com os estados mais amostrados dos estudos nas publicações dos artigos pesquisados, com um alto índice em Minas Gerais. Obs.: Distrito Federal: 22 publicações.

Dentre as áreas de pesquisa das revistas nas quais os artigos foram publicados (Figura 5), observa-se claramente um destaque para a área de entomologia, incluindo 58 artigos. Logo após, Ciências Ambientais e Ecologia aparecem como áreas de pesquisa relevantes, contabilizando 50 menções. Os demais grupos de pesquisa foram referidos menos de 16 vezes. É relevante ressaltar que alguns artigos mencionaram mais de um grupo de pesquisa, evidenciando a possibilidade de colaborações interdisciplinares e a abordagem multifacetada desses estudos.



**Figura 5** - Número de áreas de pesquisas dos autores em relação aos artigos publicados, destacando a área de entomologia.

Dentre as palavras-chave mais utilizadas em publicações que investigam interações inseto-plantas para o Cerrado (Figura 6), encontram-se como mais frequentes: *cerrado* (64 ocorrências), *herbivory* (20), *insect-plant interaction* (13), *Brazil* (12), *Lepidoptera* (10) *insect herbivory* (9), *biodiversity* (8) e *insect galls* (8). A presença de termos como "herbivoria" e "insect herbivory" aponta para uma ênfase na relação de alimentação entre insetos e plantas, indicando um interesse particular na dinâmica dessa interação.

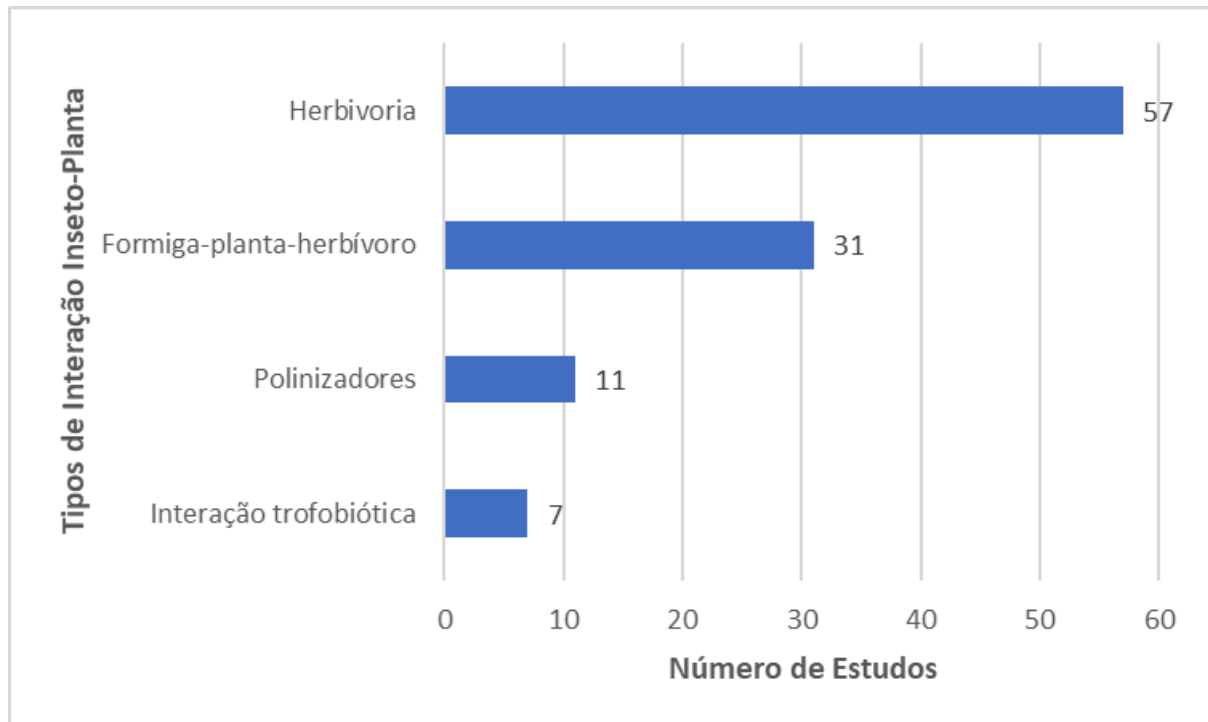


**Figura 6** - Associação de palavras-chave mais utilizadas nas publicações que exploram as interações entre insetos e plantas no Cerrado.

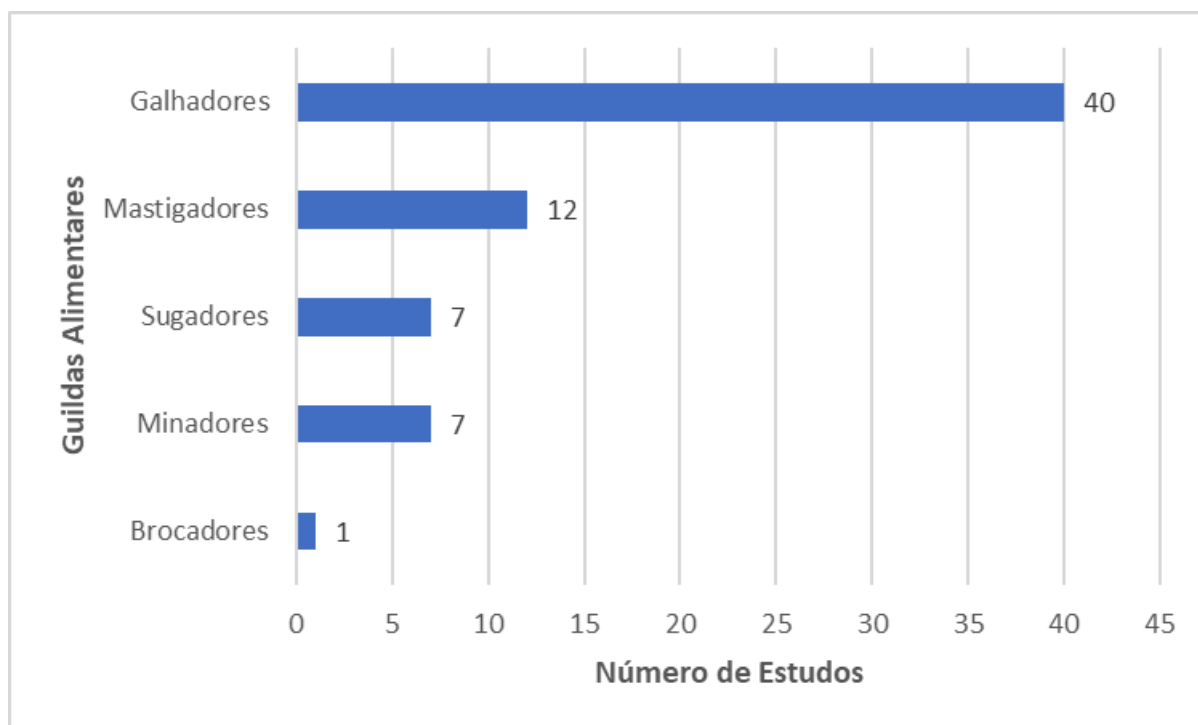
Analisando os tipos de interação inseto-planta mais estudados nos artigos (Figura 7) encontramos a predominância de estudos de herbivoria, onde 57 artigos não forneceram especificações sobre a guilda alimentar. Além da herbivoria, outros tipos de interações também foram abordados entre os trabalhos para o Cerrado. A interação formiga-planta-herbívoros foi mencionada em 31 artigos, que engloba todos os tipos de relações simbióticas entre as formigas, os insetos e as plantas, os polinizadores foram objeto de estudo em 11 artigos, enfatizando a importância das interações que contribuem para o processo de polinização. Por fim, a interação trofobiótica que é uma relação específica da interação formiga-planta-herbívoros discutida em 7 artigos, sublinhando a importância desse tipo de relação mutualística entre formigas e hemípteros. Notavelmente, ao analisar as guildas alimentares (Figura 8) nos demais artigos, houve uma incidência significativa de galhadores em 40 publicações. Essa predominância é justificada, pois a fauna de insetos galhadores no Cerrado é uma das mais ricas do mundo (LARA e FERNANDES, 1996). Os mastigadores foram citados em 12 artigos, sugadores e minadores em 7 artigos, e brocadores em apenas 1



artigo. Cabe ressaltar que em alguns artigos foram abordados mais de um tipo de interação inseto-planta, evidenciando a complexidade e a diversidade dessas relações nos ecossistemas estudados.

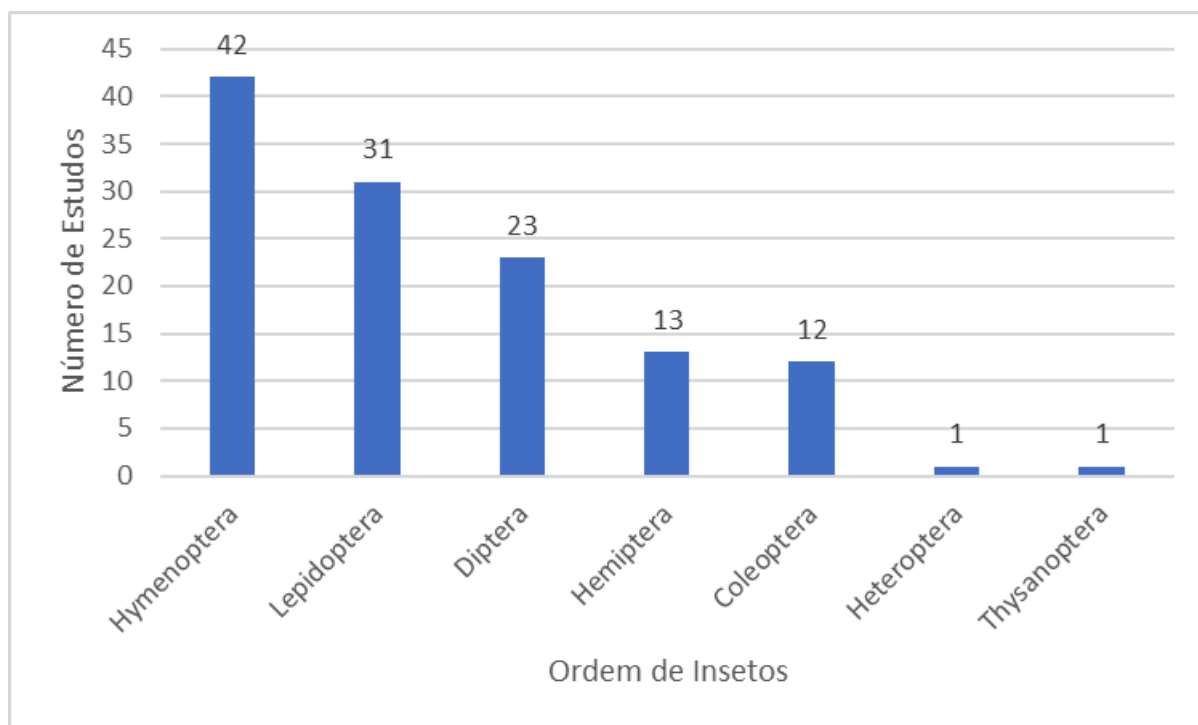


**Figura 7** - Gráfico de incidência dos tipos de interação inseto-planta mais amostrados nos artigos publicados, com alta incidência em herbivoria.



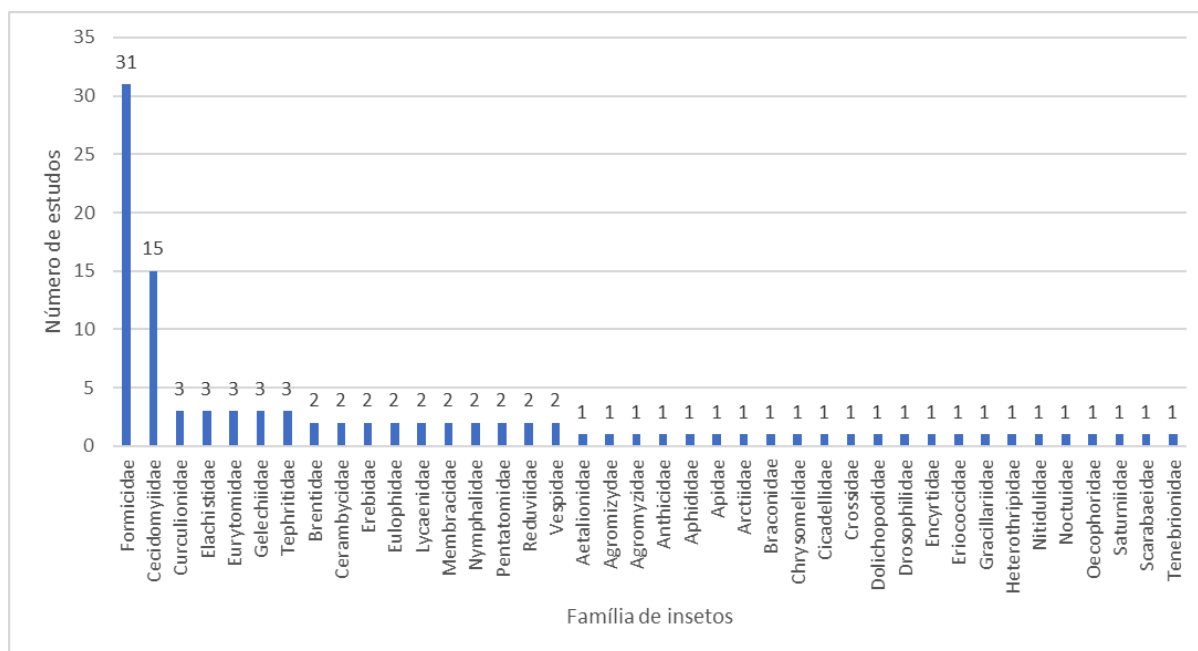
**Figura 8** - Gráfico de incidência das guildas alimentares de herbívoros mais amostradas nos artigos publicados, com predominância em insetos indutores de galhas.

Ao se analisar as ordens mais estudadas (Figura 9), observamos a predominância de Hymenoptera, em 42 artigos encontrados, seguida por Lepidoptera, em 31 artigos, Diptera, em 23 artigos, Hemiptera, com 12 artigos, e Coleoptera, também em 12 artigos. As ordens Heteroptera e Thysanoptera contaram apenas com 1 artigo cada. Assim, conforme esperado, estão representadas as 4 ordens megadiversas de insetos holometábolos, que parecem ter se diversificado em grande escala juntamente com as plantas, bem como os hemípteros, que representam um dos principais grupos de insetos que se alimentam de plantas (BEUTEL et al.; 2017; GULLAN e CRANSTON; 2017), isto porque o Cerrado possui uma grande diversidade biológica e apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento e a sustentação de diversas formas de vida. É importante salientar que em alguns artigos foram mencionadas mais de uma ordem de inseto, enquanto outros não especificaram a ordem dos insetos abordados.



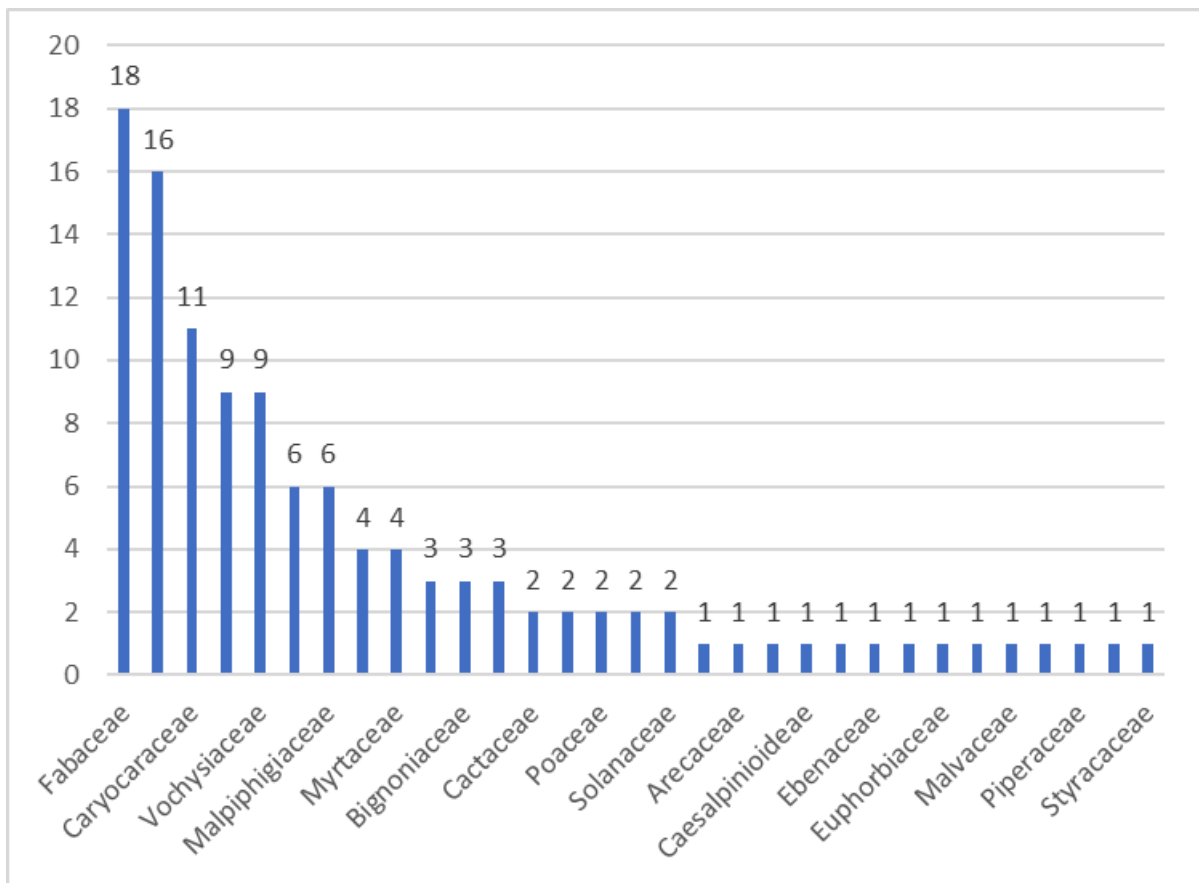
**Figura 9** - Ordem de insetos encontrados nos artigos abordando interações inseto-plantas identificados neste estudo.

Foram identificados nos artigos analisados, um total de 40 famílias de insetos (Figura 10). Notavelmente, duas famílias se destacaram pela predominância de estudos: a família Formicidae e a família Cecidomyiidae. A família Formicidae esteve presente em 31 artigos, e reconhecendo a relevância da interação entre formigas e plantas, nota-se a capacidade de estabelecerem diversos tipos de relações mutualísticas, ressaltando que, todos os trabalhos envolvendo essa família abordaram apenas interações mútuas. Um exemplo notável é o mutualismo defensivo, em que uma espécie recebe alimento ou abrigo do seu parceiro em troca de proteger o parceiro contra herbívoros, predadores ou parasitas (BENTLEY & ELIAS 1983). Já a família Cecidomyiidae, representando os herbívoros galhadores, foi abordada em 15 artigos. As demais famílias foram mencionadas em apenas até 3 artigos cada. É importante ressaltar que em alguns casos ocorreu a menção de mais de uma família em um mesmo artigo. Em determinados artigos, a ênfase recaiu apenas na especificação das ordens dos insetos, sem menção sobre suas respectivas famílias. Por outro lado, em alguns casos, a identificação nem mesmo da ordem e nem da família foi fornecida. Além disso, a presença de restrições de acesso em alguns artigos limitou a obtenção de informações mais detalhadas.



**Figura 10** -Número de estudos sobre interações inseto-planta no cerrado abordando as famílias de insetos indicadas.

Em relação às principais famílias de plantas amostradas (Figura 11), houve um predomínio de Fabaceae, citada em 18 artigos identificados. De fato, Fabaceae é a família botânica mais expressiva no cerrado, com 1.174 espécies (MENDONÇA et al., 2008). Em seguida, temos a família Asteraceae, uma das famílias botânicas mais diversas (WILLIS 2017), cujas cabeças florais são utilizadas como fonte de alimento e micro-habitat por uma fauna diversificada de insetos (ZWOËLFER 1988, LEWINSOHN 1991). A família Caryocaraceae também foi expressivamente amostrada, com 11 artigos, visto que, todos estavam se relacionando ao pequizeiro *Caryocar brasiliense*. As demais famílias apresentaram variações, com a frequência de artigos variando de 1 a 9 para cada uma delas, onde vale destacar que as famílias Fabaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae e Rubiaceae são as mais diversas em termos de número de espécies no país (GIULIETTI et al., 2005). Importante destacar que alguns artigos analisados exploraram mais de uma família de plantas, ampliando a abrangência das interações estudadas. Por outro lado, em determinados casos, não houve a especificação de nenhuma família.



**Figura 11** - Família de plantas em relação ao número de estudos dos artigos publicados, com maior destaque as famílias Fabaceae e Caryocaraceae.

## 5. CONCLUSÃO

Neste trabalho, observou-se uma tendência positiva no número de publicações anuais no período estudado, evidenciando o crescente interesse na temática, sendo que a maioria das publicações foram em revistas na área de entomologia, refletindo a centralidade desse campo de estudo na pesquisa realizada. Identificou-se que os autores mais proeminentes nesse campo foram G. W. Fernandes e K. Del-Claro, cujo trabalho tem impacto significativo na literatura sobre as interações entre insetos, plantas e herbívoros. Além disso, a maioria dos trabalhos foi desenvolvido por membros de três universidades, sendo que essas afiliações coincidem com os estados mais frequentemente abordados nos estudos, ressaltando a influência das instituições de pesquisa nesse cenário. Observou-se também uma incidência significativa de estudos sobre interações entre formigas, plantas e herbívoros, com um papel importante dos galhadores, devido ao tipo de ambiente do Cerrado, o que já era esperado. Por

outro lado, surpreendentemente, houve uma escassez de artigos relacionados à polinização, apesar de ser uma interação fundamental para o bioma. Esta discrepância entre as quantidades de estudos destaca a necessidade de uma maior atenção e pesquisa nas interações de polinização no Cerrado, dada a sua importância para a biodiversidade e o equilíbrio do ecossistema. Os grupos megadiversos de insetos holometábolos (principalmente Hymenoptera e Lepidoptera) foram amplamente abordados, enfatizando a importância deles como polinizadores e herbívoros, sendo cruciais para a biodiversidade. Constatou-se um número expressivo de estudos dedicados às plantas da família Fabaceae, coincidindo com sua riqueza particularmente grande no Cerrado.

Dessa forma, os resultados desta análise não apenas oferecem uma visão abrangente das tendências de pesquisa, mas também ressaltam a necessidade contínua de explorar e compreender as complexas interações entre os insetos e as plantas no ecossistema do Cerrado, enriquecendo o entendimento desse bioma.

## 6. REFERÊNCIAS

APPOLINARIO, Vivette; SCHIAVINI, Ivan. LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE CERRADO STRICTO SENSU EM UBERLÂNDIA MINAS GERAIS. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 10, 2002.

ARANDA-RICKERT, Adriana et al. Insights into a novel three-partner interaction between ants, coreids (Hemiptera: Coreidae) and extrafloral nectaries: implications for the study of protective mutualisms. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 11, p. 525-536, 2017.

DE ARAÚJO, Walter Santos; GOMES-KLEIN, Vera Lúcia; DOS SANTOS, Benedito Baptista. Galhas entomógenas associadas à vegetação do Parque Estadual da Serra dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 45-47, 2007.

ARAÚJO, Walter Santos de et al. Host specialization in plant-galling interactions: contrasting mites and insects. **Diversity**, v. 11, n. 10, p. 180, 2019.

- BENTLEY, B. & T. Elias.1983. **The biology of nectaries**. Columbia University Press, New York.
- BRIDGEWATER, Samuel; RATTER, James A.; FELIPE RIBEIRO, José. Biogeographic patterns,  $\beta$ -diversity and dominance in the Cerrado biome of Brazil. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, p. 2295-2317, 2004.
- CALIXTO, Eduardo Soares; LANGE, Denise; DEL-CLARO, Kleber. Protection mutualism: an overview of ant-plant interactions mediated by extrafloral nectaries. **Oecologia Australis**, v. 22, n. 4, 2018.
- CARDOSO, Edivane et al. Mudanças fitofisionômicas no Cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG. **Caminhos de Geografia**, v. 10, n. 32, p. 254-268, 2009.
- CARNEIRO, Gabriel Tenaglia et al. **Cobertura florestal do município de Rio Verde, GO: estrutura e composição da paisagem entre 2005 e 2008**. Geografia, v. 36, n. 2, p. 335-357, 2011.
- CARREGARO, Juliano Bonfim. **Insetos associados a botões florais de plantas do Cerrado**. Tese (doutorado)—Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, 2011.
- COLLINS, Mairla. Ecologia comportamental da interação inseto-planta. In: **Interação Inseto Planta**. BOLETIM PETBio UFMA, São Luís, v. 11, n. 42, dez. 2017. ISSN 2237-6372.
- COLLI, Guarino R.; VIEIRA, Cecília R.; DIANESE, José Carmine. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, n. 5, p. 1465-1475, 2020.
- DELABIE, Jacques HC. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 501-516, 2001.

- DELGADO, Marina Neves et al. Extrafloral nectary morphology and the role of environmental constraints in shaping its traits in a common Cerrado shrub (*Maprounea brasiliensis* A. St.-Hill: Euphorbiaceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, p. 495-504, 2014.
- DEL-CLARO, Kleber et al. The complex ant–plant relationship within tropical ecological networks. **Ecological networks in the tropics: an integrative overview of species interactions from some of the most species-rich habitats on Earth**, p. 59-71, 2018.
- DEL-CLARO, Kleber et al. Loss and gains in ant–plant interactions mediated by extrafloral nectar: fidelity, cheats, and lies. **Insectes Sociaux**, v. 63, p. 207-221, 2016.
- DICKE, Marcel; BALDWIN, Ian T. The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: beyond the ‘cry for help’. **Trends in plant science**, v. 15, n. 3, p. 167-175, 2010.
- ELLISON, A. M. Exploratory data analysis and graphical display. In: SCHEINER, S. M.; GUREVITCH, J. (Eds.). **Design and analysis of ecological experiments**. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2001. p. 37–62.
- ENGEL, Volker et al. Interactions between extrafloral nectaries, aphids and ants: are there competition effects between plant and homopteran sugar sources?. **Oecologia**, v. 129, p. 577-584, 2001.
- FREE, J.B. **Insect pollination of crops**. London: Academic, 1993
- GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. 10. ed. Piracicaba: FEALQ, 2002.
- GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R.. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia. In: VANZOLINI, P.E. & HEYER, W. R., **Conference: Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns** . Academia Brasileira de Ciências, Rio De Janeiro, 1987.



- GIULIETTI, A.M. et al. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.52-61, 2005.
- GOODLAND, R.; FERRI, M. **Ecologia do Cerrado Belo Horizonte**. EDUSP, Itatiaia, 1979.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. 5. ed. London: Chapman & Hall, 1998.
- HEIL, Martin. Extrafloral nectar at the plant-insect interface: a spotlight on chemical ecology, phenotypic plasticity, and food webs. **Annual review of entomology**, v. 60, p. 213-232, 2015.
- HOWE, Henry F. et al. **Ecological relationships of plants and animals**. Oxford University Press, 1988.
- IBGE, IBDGEE. Mapa de Biomas e de Vegetação. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, v. 4, 2004.
- JULIÃO, G.R. Riqueza e abundância de insetos galhadores associados ao dossel florestas de terra firme, várzea e igapó da Amazônia Central. Tese (doutorado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA 2007.
- KERR, W.E. Meliponicultura: A importância da meliponicultura para o país. **Biociência**, v.1, n.3, p.42-44, 1997
- KROHLING, Cesar A.; EUTRÓPIO, Frederico J.; SILVA, Ary G. Interações inseto-planta em *Solanum hexandrum* Vell.(Solanaceae): polinização e herbivoria na Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo. **Natureza Online**, v. 8, p. 78-85, 2010.
- KULIKOWSKI, Andy J. Ant–scale mutualism increases scale infestation, decreases folivory, and disrupts biological control in restored tropical forests. **Biotropica**, v. 52, n. 4, p. 709-716, 2020.

- LARA, Angela Christina F.; FERNANDES, G. Wilson. The highest diversity of galling insects: Serra do Cipó, Brazil. **Biodiversity Letters**, p. 111-114, 1996.
- DALLE LASTE, Keila Caroline; DURIGAN, Giselda; ANDERSEN, Alan N. Biodiversity responses to land-use and restoration in a global biodiversity hotspot: Ant communities in Brazilian Cerrado. **Austral Ecology**, v. 44, n. 2, p. 313-326, 2019.
- LEWINSOHN, T. M. Insects in flower heads of Asteraceae in southeast Brazil: a case study of tropical species richness. **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**, 1991.
- MAIA, Valéria Cid. Gall-inducing insects of restinga areas (Atlantic Forest) in Brazil: economic importance. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 58, p. e20185850, 2018.
- MENDONÇA, R. C.; Felfili, J. M.; Walter, B. M. T.; Júnior, M. C. S.; Rezende, A. S.; Filgueira, T. S.; Nogueira, P. E. & Fagg, C. W. 2008. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12356 espécies. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. & Ribeiro, J. F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. 2 vols. Embrapa Cerrados, Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília. p. 151-199.
- MOTHERSHEAD, Kristine; MARQUIS, Robert J. Fitness impacts of herbivory through indirect effects on plant–pollinator interactions in *Oenothera macrocarpa*. **Ecology**, v. 81, n. 1, p. 30-40, 2000.
- MYERS, Norman et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.
- NASCIMENTO, W.M. et al. Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. **Horticultura Bras.**, v.30, p.494-498, 2012.
- ODUM, Eugene P. Ecologia Rio de Janeiro. **RJ: Guanabara Kogan**, 1988.

- OLLERTON, Jeff et al. Extinctions of aculeate pollinators in Britain and the role of large-scale agricultural changes. **Science**, v. 346, n. 6215, p. 1360-1362, 2014.
- PRICE, Peter W. et al. **Insect ecology: behavior, populations and communities**. Cambridge University Press, 2011.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. L. S. E.; GOTTSBERGER, Gerhard. A polinização de plantas do Cerrado. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 48, n. 4, p. 651-663, 1988.
- SIQUEIRA, M. N.; FARIA, K. M. S. Análise da dinâmica da paisagem no município de Rio Verde, Goiás, Brasil: uma ferramenta para a escolha de áreas prioritárias para a conservação. **Sociedade & Natureza**, v. 31, 2019.
- SOUZA, Livia Aparecida de. **Relações mutualísticas e antagônicas entre insetos e *Anemopaegma album* (DC.) Bahamonde (Malpighiaceae) em área de Cerrado**. Lavras: UFLA, 2015. 80 p.
- STRASSBURG, Bernardo BN et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017.
- TOLEDO, V.A.A. et al. Polinização por abelhas (*Apis mellifera* L.) em laranjeira ( *Citrus sinensis* L. Osbeck). **Sci. Agraria Paranaensis**, v.12, p.236-246, 2013.

## Apêndice 1: artigos analisados neste estudo

ABOT, Alfredo Raul; PUKER, Anderson; TAIRA, Tiago Ledesma; *et al.* Abundance and diversity of coprophagous beetles (Coleoptera:Scarabaeidae) caught with a light trap in a pasture area of theBrazilian Cerrado. **STUDIES ON NEOTROPICAL FAUNA AND ENVIRONMENT**, v. 47, n. 1, p. 53–60, 2012.

ABREU, Deusa D; ARRUDA, Emilia; MELO-DE-PINNA, G Flavia A; *et al.* MORPHOLOGY AND ANATOMY OF STEM MINES IN CIPOCEREUS MINENSIS (WENDER.)RITTER (CACTACEAE), AN ENDEMIC SPECIES TO EASTERN BRAZIL. **HASELTONIA**, n. 17, p. 42–50, 2012.

ALMEIDA, Adriana M; FONSECA, Carlos R; PRADO, Paulo I; *et al.* Assemblages of endophagous insects on Asteraceae in Sao Paulo Cerrados. **NEOTROPICAL ENTOMOLOGY**, v. 35, n. 4, p. 458–468, 2006.

ALMEIDA-NETO, Mario; PRADO, Paulo I; LEWINSOHN, Thomas M. Phytophagous insect fauna tracks host plant responses to exotic grassinvasion. **OECOLOGIA**, v. 165, n. 4, p. 1051–1062, 2011.

ALVES-SILVA, Estevao; BAECHTOLD, Alexandra; BARONIO, GudryanJackson; *et al.* Ant-herbivore interactions in an extrafloral nectaried plant: are antsgood plant guards against curculionid beetles? **JOURNAL OF NATURAL HISTORY**, v. 49, n. 13–14, p. 841–851, 2015.

ALVES-SILVA, Estevao; BARONIO, Gudryan Jackson; TOREZAN-SILINGARDI, Helena Maura; *et al.* Foraging behavior of *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae) on *Banisteriopsis malifolia* (Malpighiaceae): Extrafloral nectar consumptionand herbivore predation in a tending ant system. **ENTOMOLOGICAL SCIENCE**, v. 16, n. 2, p. 162–169, 2013.

- ALVES-SILVA, Estevao; DEL-CLARO, Kleber. Effect of post-fire resprouting on leaf fluctuating asymmetry, extrafloral nectar quality, and ant-plant-herbivore interactions. **NATURWISSENSCHAFTEN**, v. 100, n. 6, p. 525–532, 2013.
- ANDRADE, I; MORIAS, H C; DINIZ, I R; *et al.* Richness and abundance of caterpillars on *Byrsonima* (Malpighiaceae) species in an area of cerrado vegetation in central Brazil. **REVISTA DE BIOLOGIA TROPICAL**, v. 47, n. 4, p. 691–695, 1999.
- AWA, Soo Hui; HADIBARATA, Tony. Removal of Heavy Metals in Contaminated Soil by Phytoremediation Mechanism: a Review. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 231, n. 2, p. 47, 2020.
- BENDICHO-LOPEZ, Aurora; MORAIS, Helena C; HAY, John D; *et al.* Folivore caterpillars on *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) in Cerrado *Sensu Stricto*. **NEOTROPICAL ENTOMOLOGY**, v. 35, n. 2, p. 182–191, 2006.
- BERINGER, J. S., Maciel, F. L., & Tramontina, F. F. (2019). **O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras**. *Rev. Elet. Cient. da UERGS* (2019), v. 5, n.1, p. 17-26.
- BORASCHI, D; PERUQUETTI, R C; LAMA, M A Del. Biology, social behavior and sex-allocation of *Digelasinus diversipes* (Kirby, 1882) (Hymenoptera, Argidae). **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 49, n. 2, p. 253–263, 2005.
- BRASIL, Marcela Ayub; HORTA, Gabriel de Freitas; NETO, Habib Jorge Fraxe; *et al.* Feeding Ecology of *Acanthochelys spixii* (Testudines, Chelidae) in the Cerrado of Central Brazil. **CHELONIAN CONSERVATION AND BIOLOGY**, v. 10, n. 1, p. 91–101, 2011.
- BRAUN, Marina R; ALMEIDA-NETO, Mario; LOYOLA, Rafael D; *et al.* New host-plant records for neotropical agromyzids (Diptera :Agromyzidae) from Asteraceae flower heads. **NEOTROPICAL ENTOMOLOGY**, v. 37, n. 1, p. 97–99, 2008.
- CAMESELLE, Claudio; GOUVEIA, Susana; CABO, Adrian. Enhanced Electrokinetic

Remediation for the Removal of Heavy Metals from Contaminated Soils. **Applied Sciences**, v. 11, n. 4, p. 1799, 2021.

CAVALLERI, Adriano; KAMINSKI, Lucas A; MENDONCA, Milton deS., Jr. Ectoparasitism in Aulacothrips (Thysanoptera: Heterothripidae) revisited: Host diversity on honeydew-producing Hemiptera and description of a new species. **ZOOLOGISCHER ANZEIGER**, v. 249, n. 3–4, p. 209–221, 2010.

CHRISTIANINI, Alexander V; OLIVEIRA, Paulo S. Edge effects decrease ant-derived benefits to seedlings in a neotropical savanna. **ARTHROPOD-PLANT INTERACTIONS**, v. 7, n. 2, p. 191–199, 2013.

CLAUDINO, Vander C M; SPECHT, Alexandre; G., Vania F Fidelis Elisangela; *et al.* Spatio-temporal variation of *Mocis latipes* (Guenee, 1852) (Lepidoptera:Erebidae) populations in Brazil according to meteorological factors. **BIOTA NEOTROPICA**, v. 21, n. 1, 2021.

COSTA, Alan N; VASCONCELOS, Heraldo L; BRUNA, Emilio M. Biotic drivers of seedling establishment in Neotropical savannas: selective granivory and seedling herbivory by leaf-cutter ants as an ecological filter. **JOURNAL OF ECOLOGY**, v. 105, n. 1, p. 132–141, 2017.

COSTA, Alan N; VASCONCELOS, Heraldo L; M., Emilio M Vieira-Neto Ernane H.; *et al.* Adaptive foraging of leaf-cutter ants to spatiotemporal changes in resource availability in Neotropical savannas. **ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 44, n. 2, p. 227–238, 2019.

COSTA, Fernanda Vieira da; DE AZEVEDO, Islaine F; BRAGA, Lilian de Lima; *et al.* Fluctuating asymmetry and herbivory in two ontogenetical stages of *Chamaecrista semaphora* in restored and natural environments. **JOURNAL OF PLANT INTERACTIONS**, v. 8, n. 2, p. 179–186, 2013.

COSTA, Fernanda Vieira da; DE QUEIROZ, Antonio Cesar; MAIA, Maria Luiza Bicalho; *et al.* Resource allocation in *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae): how supra-annual fruiting

- affects plant traits and herbivory? **REVISTA DE BIOLOGIA TROPICAL**, v. 64, n. 2, p. 507–520, 2016.
- COSTA, Fernanda Vieira da; NEVES, Frederico de Siqueira; SILVA, Jhonathan de Oliveira; *et al.* Relationship between plant development, tannin concentration and insects associated with *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae). **ARTHROPOD-PLANT INTERACTIONS**, v. 5, n. 1, p. 9–18, 2011.
- DALY, Douglas C; PERDIZ, Ricardo O; FINE, Paul V A; *et al.* A review of Neotropical Burseraceae. **BRAZILIAN JOURNAL OF BOTANY**, v. 45, n. 1, SI, p. 103–137, 2022.
- DANTAS, Vinicius de Lima; Batalha, Marco Antonio. Can anti herbivory resistance explain the abundance of woody species in a Neotropical savanna? **BOTANY**, v. 90, n. 2, p. 93–99, 2012.
- DE ALMEIDA, Maria Fernando. B; SANTOS, Leonardo Rodrigues dos; CARNEIRO, Marco Antonio A. Senescent stem-galls in trees of *Eremanthus erythropappus* as a resource for arboreal ants. **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 58, n. 3, p. 265–272, 2014.
- DE ARAUJO, Walter S; OLIVEIRA, Jefferson B B S. Plant-herbivore assemblages composed of endophagous and esophagus insects have different patterns of diversity and specialization in Brazilian savannas. **BIOTROPICA**, v. 53, n. 4, p. 1013–1020, 2021.
- DE ARAUJO, Walter Santos. Plant species richness mediates the effects of vegetation structure, but not soil fertility, on insect gall richness in a savanna in Brazil. **JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY**, v. 33, n. 3, p. 197–204, 2017.
- DE ARAUJO, Walter Santos; DE FREITAS, Erica Vanessa; SILVEIRA, Luana Teixeira; *et al.* Network structure of interactions between phytophagous mites and their host-plants in natural ecosystems in Brazil. **SYSTEMATIC AND APPLIED ACAROLOGY**, v. 25, n. 5, p. 821–832, 2020.
- DE ARAUJO, Walter Santos; GUILHERME, Frederico Augusto Guimarães. GALLING INSECT DISTRIBUTION IN DIFFERENT VEGETATION TYPES AND

- LANDSCAPES IN THE BRAZILIAN CERRADO. **BIOSCIENCE JOURNAL**, v. 28, n. 5, p. 810–819, 2012.
- DE ARAUJO, Walter Santos; JULIAO, Genimar Reboucas; RIBEIRO, Barbara Araujo; *et al.* Diversity of galling insects in *Styrax pohlii* (Styracaceae): edge effect and use as bioindicators. **REVISTA DE BIOLOGIA TROPICAL**, v. 59, n. 4, p. 1589–1597, 2011.
- DE ARAUJO, Walter Santos; MOREIRA, Leuzeny Teixeira; DOLABELA FALCÃO, Luiz Alberto; *et al.* Superhost Plants Alter the Structure of Plant-Galling Insect Networks in Neotropical Savannas. **PLANTS-BASEL**, v. 8, n. 10, 2019.
- DE ARAUJO, Walter Santos; OLIVEIRA, Bruno Maia; GONÇALVES, Priscila Santos; *et al.* Plant diversity drives responses of gall-inducing insects to anthropization in Neotropical savannas. **TROPICAL ECOLOGY**, v. 62, n. 2, p. 311–317, 2021.
- DE ARAUJO, Walter Santos; SCARELI-SANTOS, Claudia; GUIMARAES GUILHERME, Frederico Augusto; *et al.* Comparing galling insect richness among Neotropical savannas: effects of plant richness, vegetation structure and super-host presence. **BIODIVERSITY AND CONSERVATION**, v. 22, n. 4, p. 1083–1094, 2013.
- DE ARRUDA, Filipe Viegas; CAMAROTA, Flavio; SILVA, Rogerio R; *et al.* The potential of arboreal pitfall traps for sampling non targeted bee and wasp pollinators. **ENTOMOLOGIA EXPERIMENTALIS ET APPLICATA**, v. 170, n. 10, p. 902–913, 2022.
- DE QUEIROZ, Antonio Cesar; COSTA, Fernanda Vieira da; NEVES, Frederico de Siqueira; *et al.* Does leaf ontogeny lead to changes in defensive strategies against insect herbivores? **ARTHROPOD-PLANT INTERACTIONS**, v. 7, n. 1, p. 99–107, 2013.
- DE SOUSA-LOPES, B; ALVES-DA-SILVA, N; ALVES-MARTINS, F; *et al.* Antiherbivore protection and plant selection by the lynx spider *Peucetia Flava* (Araneae: Oxyopidae) in the Brazilian Cerrado. **JOURNAL OF ZOOLOGY**, v. 308, n. 2, p. 121–127, 2019.



- DE SOUSA-LOPES, B; CALIXTO, E S; TOREZAN-SILINGARDI, H M; *et al.* Effects of ants on pollinator performance in a distylous pericarpialnectary-bearing Rubiaceae in Brazilian Cerrado. **SOCIOBIOLOGY**, v. 67, n. 2, p. 173–185, 2020.
- DE SOUZA, A A F; PUJOL-LUZ, J R; PINHEIRO, C P M; *et al.* First report on the use of *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae) live fruits as nests by *Camponotus* sp. and *Nesomyrmex spininodis* (Hymenoptera: Formicidae) in a Neotropical savanna. **INSECTES SOCIAUX**, v. 69, n. 4, p. 375–381, 2022.
- DE SOUZA, Rodrigo A; NESSIM, Rafael; SANTOS, Jean C; *et al.* Influence of *Apion* sp (Brentidae, Apioninae) stem-galls on induced resistance and leaf area of *Diospyros hispida* (Ebenaceae). **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 50, n. 3, p. 433–435, 2006.
- DEL-CLARO, K; BYK, J; YUGUE, G M; *et al.* Conservative benefits in an ant-hemipteran association in the Brazilian Tropical savanna. **SOCIOBIOLOGY**, v. 47, n. 2, p. 415–421, 2006.
- DEL-CLARO, K; RODRIGUEZ-MORALES, D; CALIXTO, E S; *et al.* Ant pollination of *Paepalanthus lundii* (Eriocaulaceae) in Brazilian Savanna. **ANNALS OF BOTANY**, v. 123, n. 7, p. 1159–1165, 2019.
- DEL-CLARO, Kleber; MARQUIS, Robert J. Ant Species Identity has a Greater Effect than Fire on the Outcome of an Ant Protection System in Brazilian Cerrado. **BIOTROPICA**, v. 47, n. 4, p. 459–467, 2015.
- DEL-CLARO, Kleber; TOREZAN-SILINGARDI, Helena M. Insect-Plant Interactions: New Pathways to a Better Comprehension of Ecological Communities in Neotropical Savannas. **NEOTROPICAL ENTOMOLOGY**, v. 38, n. 2, p. 159–164, 2009.
- DEL-CLARO, Kleber; V, Diego Anjos; TOREZAN-SILINGARDI, Helena Maura. Ant nesting site selection mediated by insects frass. **JOURNAL OF ETHOLOGY**, v. 40, n. 1, p. 31–36, 2022.

- DEMOLIN-LEITE, Germano Leao; VELOSO, Ronnie Von dos Santos; SOARES, Marcus Alvarenga; *et al.* Potential interactions between herbivorous arthropods and of their natural enemies on *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) trees. **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 65, n. 2, 2021.
- DHALIWAL, Salwinder Singh; SINGH, Jaswinder; TANEJA, Parminder Kaur; *et al.* Remediation techniques for removal of heavy metals from the soil contaminated through different sources: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 2, p. 1319–1333, 2020.
- DIAS, Andre T C; TRIGO, Jose Roberto; LEWINSOHN, Thomas M. Bottom-up effects on a plant-endophage-parasitoid system: The role of flower-head size and chemistry. **AUSTRAL ECOLOGY**, v. 35, n. 1, p. 104–115, 2010.
- DINIZ, I R; HIGGINS, B; MORAIS, H C. How do frequent fires in the Cerrado alter the lepidopteran community? **BIODIVERSITY AND CONSERVATION**, v. 20, n. 7, p. 1415–1426, 2011.
- DINIZ, I R; MORAIS, H C. Lepidopteran caterpillar fauna of cerrado host plants. **BIODIVERSITY AND CONSERVATION**, v. 6, n. 6, p. 817–836, 1997.
- DINIZ, Soraia; LEWINSOHN, Thomas Michael; PRADO, Paulo Inacio. Comparing assemblages of Asteraceae and their insect herbivores under different land-use regimens. **AUSTRAL ECOLOGY**, v. 37, n. 4, p. 419–428, 2012.
- FAGUNDES, Marcilio; SANTOS, Debora Lima; COSTA, Leda N P; *et al.* ANT COMMUNITY ORGANIZATION IN TWO CONTRASTING ENVIRONMENTS: THE ROLES OF VEGETATION TRAITS AND INTERSPECIFIC INTERACTIONS. **ENTOMOLOGICAL NEWS**, v. 129, n. 5, p. 472–485, 2021.
- FERNANDES, G W; CASTRO, F M C; FARIA, M L; *et al.* Effects of hygrothermal stress, plant richness, and architecture on mining insect diversity. **BIOTROPICA**, v. 36, n. 2, p. 240–247, 2004.
- FERNANDES, G W; FAGUNDES, M; GRECO, M K B; *et al.* Ants and their effects on an

- insect herbivore community associated with the inflorescences of *Byrsonima crassifolia* (Linnaeus) HBK (Malpighiaceae). **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 49, n. 2, p. 264–269, 2005.
- FERNANDES, G W; MURCIA, S L; SANTOS, J C; *et al.* Termite Foraging on Plants of a Brazilian Savanna: the Effects of Tree Height. **SOCIOBIOLOGY**, v. 65, n. 1, p. 48–58, 2018.
- FERREIRA, C A; TOREZAN-SILINGARDI, H M. Implications of the Floral Herbivory on Malpighiaceae Plant Fitness: Visual Aspect of the Flower Affects the Attractiveness to Pollinators. **SOCIOBIOLOGY**, v. 60, n. 3, p. 323–328, 2013.
- FLOR, Ismael Cividini; RODRIGUES, Alene Ramos; SILVA, Sharlene Ascendino; *et al.* Insect galls on Asteraceae in Brazil: richness, geographic distribution, associated fauna, endemism and economic importance. **BIOTA NEOTROPICA**, v. 22, n. 1, 2022.
- FONSECA, C R; PRADO, P I; ALMEIDA-NETO, M; *et al.* Flower-heads, herbivores, and their parasitoids: food web structure along a fertility gradient. **ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 30, n. 1, p. 36–46, 2005.
- GHOLIZADEH, Mortaza; HU, Xun. Removal of heavy metals from soil with biochar composite: A critical review of the mechanism. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 9, n. 5, p. 105830, 2021.
- GONÇALVES-ALVIM, S J; COLLEVATTI, R G; FERNANDES, G W. Effects of genetic variability and habitat of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) on herbivory by free-feeding and gall-forming insects. **ANNALS OF BOTANY**, v. 94, n. 2, p. 259–268, 2004.
- GONÇALVES-ALVIM, S J; FERNANDES, G W. Biodiversity of galling insects: historical, community and habitat effects in four neotropical savannas. **BIODIVERSITY AND CONSERVATION**, v. 10, n. 1, p. 79–98, 2001.
- HARTERREITEN-SOUZA, Erica S; TOGNI, Pedro H B; CAPELLARI, Renato S; *et al.* Spatiotemporal dynamics of active flying Diptera predators among different farmland

- habitats. **AGRICULTURAL AND FOREST ENTOMOLOGY**, v. 23, n. 3, p. 334–341, 2021.
- IBARRA-ISASSI, Javier; OLIVEIRA, Paulo S. Indirect effects of mutualism: ant-treehopper associations deter pollinators and reduce reproduction in a tropical shrub. **OECOLOGIA**, v. 186, n. 3, p. 691–701, 2018.
- ISHINO, Marcos N; SIBIO, Paula R De; ROSSI, Marcelo N. Leaf trait variation on *Erythroxylum tortuosum* (Erythroxylaceae) and its relationship with oviposition preference and stress by a host-specific leaf miner. **AUSTRAL ECOLOGY**, v. 36, n. 2, p. 203–211, 2011.
- JESUS, Fabiene M; SILVA, Jhonathan O; FAGUNDES, Marcilio; *et al.* DIFFERENTIAL FEMALE ATTACK AND LARVAL PERFORMANCE OF A GALLINGCECIDOMYIID ON THE HOST, *ASTRONIUM FRAXINIFOLIUM* (ANACARDIACEAE), IN CONTRASTING HABITATS. **ENTOMOLOGICAL NEWS**, v. 122, n. 1, p. 10–21, 2012.
- JOSEPH, Lesley; JUN, Byung-Moon; FLORA, Joseph R. V.; *et al.* Removal of heavy metals from water sources in the developing world using low-cost materials: A review. **Chemosphere**, v. 229, p. 142–159, 2019.
- KAMINSKI, Lucas A; FREITAS, Andre V L; OLIVEIRA, Paulo S. Interaction between Mutualisms: Ant-Tended Butterflies Exploit Enemy-Free Space Provided by Ant-Treehopper Associations. **AMERICAN NATURALIST**, v. 176, n. 3, p. 322–334, 2010.
- KERSCH-BECKER, Monica F; LEWINSOHN, Thomas M. Bottom-up multitrophic effects in resprouting plants. **ECOLOGY**, v. 93, n. 1, p. 9–16, 2012.
- KUCHENBECKER, Juliana; FAGUNDES, Marcilio. Diversity of insects associated with two common plants in the Brazilian Cerrado: Responses of two guilds of herbivores to bottom-up and top-down forces. **EUROPEAN JOURNAL OF ENTOMOLOGY**, v. 115, p. 354–363, 2018.

- LARA, Daniela P; OLIVEIRA, Lazaro A; AZEVEDO, Islaine F P; *et al.* Relationships between host plant architecture and gall abundance and survival. **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 52, n. 1, p. 78–81, 2008.
- LEAL, Camila Rabelo Oliveira; FAGUNDES, Marcilio; NEVES, Frederico de Siqueira. Change in herbivore insect communities from adjacent habitats in a transitional region. **ARTHROPOD-PLANT INTERACTIONS**, v. 9, n. 3, p. 311–320, 2015.
- LEAL, Camila Rabelo Oliveira; SILVA, Jhonathan Oliveira; SOUSA-SOUTO, Leandro; *et al.* Vegetation structure determines insect herbivore diversity in seasonally dry tropical forests. **JOURNAL OF INSECT CONSERVATION**, v. 20, n. 6, p. 979–988, 2016.
- LEITE, Germano Leao Demolin; NASCIMENTO, Aline Fonseca do; DEJESUS, Fabiene Maria; *et al.* Within tree distribution of a discoid gall on *Caryocar brasiliense*(Caryocaraceae). **REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGIA**, v. 37, n. 2, p. 289–293, 2011.
- LEITE, Germano Leao Demolin; VELOSO, Ronnie Von dos Santos; SOUZA SILVA, Farley Willian; *et al.* Within tree distribution of a gall-inducing Eurytoma (Hymenoptera,Eurytomidae) on *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 53, n. 4, p. 643–648, 2009.
- LEITE, Germano Leao Demolin; VELOSO, Ronnie Von dos Santos; ZANUNCIO, Jose Cola; *et al.* Architectural diversity and galling insects on *Caryocar brasiliense* trees. **SCIENTIFIC REPORTS**, v. 7, 2017.
- LEITE, Germano Leao Demolin; VELOSO, Ronnie Von Dos Santos; ZANUNCIO, José Cola; *et al.* HABITAT COMPLEXITY AND CARYOCAR BRASILIENSE HERBIVORES (INSECTA:ARACHNIDA: ARANEAE). **FLORIDA ENTOMOLOGIST**, v. 95, n. 4, p. 819–830, 2012.
- LEPESQUEUR, Cintia; SCHERRER, Scheila; VIEIRA, Marcos C; *et al.* Changing interactions among persistent species as the major driver of seasonal turnover in

- plant-caterpillar interactions. **PLOS ONE**, v. 13, n. 9, 2018.
- LI, Changfeng; ZHOU, Kehai; QIN, Wenqiang; *et al.* A Review on Heavy Metals Contamination in Soil: Effects, Sources, and Remediation Techniques. **Soil and Sediment Contamination: An International Journal**, v. 28, n. 4, p. 380–394, 2019.
- LIMA, V P; CALADO, D. Morphological characterization of insect galls and new records of associated invertebrates in a Cerrado area in Bahia State, Brazil. **BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY**, v. 78, n. 4, p. 636–643, 2018.
- LIU, Lianwen; LI, Wei; SONG, Weiping; *et al.* Remediation techniques for heavy metal-contaminated soils: Principles and applicability. **Science of The Total Environment**, v. 633, p. 206–219, 2018.
- LOIOLA, Priscilla P; SILVA, Igor A; SILVA, Danilo M; *et al.* Underdispersion of anti-herbivore defense traits and phylogenetic structure of cerrado tree species at fine spatial scale. **JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE**, v. 23, n. 6, p. 1095–1104, 2012.
- LOPES, Caue T; VASCONCELOS, Heraldo L. Fire Increases Insect Herbivory in a Neotropical Savanna. **BIOTROPICA**, v. 43, n. 5, p. 612–618, 2011.
- MAIA, Artur Campos D; NAVARRO, Daniela Maria do Amaral Ferraz; NUNEZ-AVELLANEDA, Luis Alberto; *et al.* Methyl acetate, a highly volatile floral semiochemical mediating specialized plant-beetle interactions. **SCIENCE OF NATURE**, v. 108, n. 3, 2021.
- MAIA, Renata A; FERNANDES, Geraldo W; SILVA, Advanio I S; *et al.* Improvement in light utilization and shoot growth in *Hymenaea Stenocarpa* under high CO<sub>2</sub> concentration attenuates simulated leaf herbivory effects. **ACTA BOTÂNICA BRASÍLICA**, v. 33, n. 3, p. 558–571, 2019.
- MALIK, Lateef Ahmad; BASHIR, Arshid; QUREASHI, Aaliya; *et al.* Detection and removal of heavy metal ions: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 17, n. 4,

p. 1495–1521, 2019.

MALVES, Kira; COELHO, Flavia De Freitas. GALL INFLUENCE ON FLOWER PRODUCTION IN *SOLANUM LYCOCARPUM* (SOLANACEAE). **PAKISTAN JOURNAL OF BOTANY**, v. 47, n. 2, p. 731–734, 2015.

MARACAHIPES, Leandro; DE ARAUJO, Walter S; L., Leonardo L Sobral Fernando; *et al.* Ecological and evolutionary distances from neighboring plants do not influence leaf herbivory by chewing insects in a Neotropical savanna. **PLANT ECOLOGY & DIVERSITY**, v. 14, n. 3–4, p. 157–167, 2021.

MARINHO, Rafael Aguiar; MAIA, Valeria Cid; BARBOSA, Maria Regina De Vasconcellos. Entomogenous galls and their associated fauna in deciduous dry forest and woodland vegetation remnants (Caatinga) in the Northern Depression, Sertaneja, Brazil. **BIOTA NEOTROPICA**, v. 23, n. 1, 2023.

MARINO, O J. Distance-limited recolonization of burned Cerrado by leaf-miners and galleries in central Brazil. **ENVIRONMENTAL ENTOMOLOGY**, v. 29, n. 5, p. 901–906, 2000.

MARQUIS, R J; DINIZ, I R; MORAIS, H C. Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. **JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY**, v. 17, n. 1, p. 127–148, 2001.

MARTINS, Lucas Pereira; MEDINA, Anderson Matos; LEWINSOHN, Thomas M.; *et al.* The effect of species composition dissimilarity on plant-herbivore network structure is not consistent over time. **BIOTROPICA**, v. 52, n. 4, p. 664–674, 2020.

MARTINS, Lucas Pereira; MEDINA, Anderson Matos; LEWINSOHN, Thomas M.; *et al.* Trophic level and host specialization affect beta-diversity in plant-herbivore-parasitoid assemblages. **INSECT CONSERVATION AND DIVERSITY**, v. 12, n. 5, p. 404–413, 2019.

MASSAD, Tara Joy; BALCH, Jennifer K; DAVIDSON, Eric A; *et al.* Interactions between repeated fire, nutrients, and insect herbivores affect the recovery of diversity in the

- southern Amazon. **OECOLOGIA**, v. 172, n. 1, p. 219–229, 2013.
- MELLO, Natalia D; SANCHEZ, Luis G F; GAWRYSZEWSKI, Felipe M. Spatio-temporal color variation of arthropods and their environment. **EVOLUTIONARY ECOLOGY**, v. 36, n. 1, p. 117–133, 2022.
- MELONI, Fernando; LOPES, Norberto Peporine; VARANDA, Elenice Mouro. The relationship between leaf nitrogen, nitrogen metabolites and herbivory in two species of Nyctaginaceae from the Brazilian Cerrado. **ENVIRONMENTAL AND EXPERIMENTAL BOTANY**, v. 75, p. 268–276, 2012.
- MONIQUE, Karla; DE SOUZA, Geane Rodrigues; SOARES, Estevao Alves Calixto Eduardo; *et al.* Temporal variation in the effect of ants on the fitness of myrmecophytic plants: seasonal effect surpasses periodic benefits. **SCIENCE OF NATURE**, v. 109, n. 4, 2022.
- MORAES, Sinara C; VASCONCELOS, Heraldo L. Long-term persistence of a Neotropical ant-plant population in the absence of obligate plant-ants. **ECOLOGY**, v. 90, n. 9, p. 2375–2383, 2009.
- MORAIS, H C; DINIZ, I R; SILVA, D M S. Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. **REVISTA DE BIOLOGIA TROPICAL**, v. 47, n. 4, p. 1025–1033, 1999.
- MORAIS, Helena C; HAY, John Du Vall; DINIZ, Ivone R. Brazilian Cerrado Folivore and Florivore Caterpillars: How Different are They? **BIOTROPICA**, v. 41, n. 4, p. 401–405, 2009.
- MORAIS, Helena C; SUJII, Edison R; ALMEIDA-NETO, Mario; *et al.* Host Plant Specialization and Species Turnover of Caterpillars Among Ghosts in the Brazilian Cerrado. **BIOTROPICA**, v. 43, n. 4, p. 467–472, 2011.
- MOTA, Luisa L; OLIVEIRA, Paulo S. Myrmecophilous butterflies utilise ant-treehopper associations as visual cues for oviposition. **ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 41, n. 3, p. 338–343, 2016.



- MOURA, Rafael Rios; CARVALHO, Raquel Luiza. A novel trophobiotic interaction between a Neotropical stink bug and an ant species: Insights into potential benefits to the host plant. **BEHAVIOURAL PROCESSES**, v. 182, 2021.
- MOURA, Renan Fernandes; SANTOS, Liegy Resende dos; SILVA, Vitor Miguel da Costa; *et al.* Extrafloral nectaries exhibit dual ecological functions in a plant from the Brazilian Cerrado. **ARTHROPOD-PLANT INTERACTIONS**, v. 17, n. 3, p. 301–311, 2023.
- MUNIZ, Danilo G; FREITAS, Andre V L; OLIVEIRA, Paulo S. Phenological relationships of *Eunica bechina* (Lepidoptera: Nymphalidae) and its host plant, *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), in a Neotropical savanna. **STUDIES ON NEOTROPICAL FAUNA AND ENVIRONMENT**, v. 47, n. 2, p. 111–118, 2012.
- NASCIMENTO, A R; ALMEIDA-NETO, M; ALMEIDA, A M; *et al.* Parasitoid Wasps in Flower Heads of Asteraceae in the Brazilian Cerrado: Taxonomical Composition and Determinants of Diversity. **NEOTROPICAL ENTOMOLOGY**, v. 43, n. 4, p. 298–306, 2014.
- NEJAD, Zahra Derakhshan; JUNG, Myung Chae; KIM, Ki-Hyun. Remediation of soils contaminated with heavy metals with an emphasis on immobilization technology. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 40, n. 3, p. 927–953, 2018.
- NEVES, Frederico S.; ARAÚJO, Lucimar S.; ESPÍRITO-SANTO, Mário M.; *et al.* Canopy Herbivory and Insect Herbivore Diversity in a Dry Forest-Savanna Transition in Brazil. **Biotropica**, v. 42, n. 1, p. 112–118, 2010.
- NEVES, Frederico S; BRAGA, Rodrigo F; ARAUJO, Lucimar S; *et al.* Differential effects of land use on ant and herbivore insect communities associated with *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **REVISTA DE BIOLOGIA TROPICAL**, v. 60, n. 3, p. 1065–1073, 2012.
- NOBRE, Paola A F; BERGAMINI, Leonardo L; M., Leonardo R Lewinsohn Thomas; *et al.* Host-Plant Specialization Mediates the Influence of Plant Abundance on Host Use by Flower Head-Feeding Insects. **ENVIRONMENTAL ENTOMOLOGY**, v. 45, n. 1,

p. 171–177, 2016.

NOGUEIRA, Ravana Malheiros; COSTA, Elaine Cotrim; CARVALHO-FERNANDES, Sheila Patricia; *et al.* Insect galls from Serra Geral, Caetite, BA, Brazil. **BIOTA NEOTROPICA**, v. 16, n. 1, 2016.

OLIVEIRA, J B B S; FARIA, Mauricio L; BORGES, Magno A Z; *et al.* Comparing the plant-herbivore network topology of different insect guilds in Neotropical savannas. **ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 45, n. 3, p. 406–415, 2020.

OLIVEIRA, P S. The ecological function of extrafloral nectaries: Herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense*(Caryocaraceae). **FUNCTIONAL ECOLOGY**, v. 11, n. 3, p. 323–330, 1997.

OLIVEIRA, P S; FREITAS, A V L. Ant-plant-herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. **NATURWISSENSCHAFTEN**, v. 91, n. 12, p. 557–570, 2004.

OLIVEIRA, P S; RICO-GRAY, V; DIAZ-CASTELAZO, C; *et al.* Interaction between ants, extrafloral nectaries and insect herbivores in Neotropical coastal sand dunes: herbivore deterrence by visiting ants increases fruit set in *Opuntia stricta* (Cactaceae). **FUNCTIONAL ECOLOGY**, v. 13, n. 5, p. 623–631, 1999.

PACHECO, Paulo S M, Jr.; DEL-CLARO, Kleber. *Pseudomyrmex concolor* Smith (Formicidae: Pseudomyrmecinae) as induced biotic defence for host plant *Tachigali myrmecophila* Ducke (Fabaceae:Caesalpinioideae). **ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 43, n. 6, p. 782–793, 2018.

PACHECO, Renata; CAMACHO, Gabriela P; FRIZZO, Tiago L M; *et al.* Effects of land-use changes on ecosystem services: decrease in ant predation in human-dominated landscapes in central Brazil. **ENTOMOLOGIA EXPERIMENTALIS ET APPLICATA**, v. 162, n. 3, p. 302–308, 2017.

PEREIRA, Alexandre Igor Azevedo; CURVELO, Carmen Rosa da Silva; GUERRA, Antonia Mirian Nogueira Moura; *et al.* *Eucalyptus cloeziana* AS A NEW HOST TO *Hylesia*

- paulex (LEPIDOPTERA:SATURNIIDAE) IN SOUTHEAST BRAZIL. **REVISTA CAATINGA**, v. 22, n. 1, 2009.
- PEREIRA, Cassio Cardoso; SPERANDEI, Vinicius da Fontoura; HENRIQUES, Nathalia Ribeiro; *et al.* Gallers as leaf rollers: ecosystem engineering in a tropical system and its effects on arthropod biodiversity. **ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 46, n. 2, p. 470–481, 2021.
- PIMENTA, M; MARCO, P De, Jr. Leaf Beetle (Chrysomelidae: Coleoptera) Assemblages in a Mosaic of Natural and Altered Areas in the Brazilian Cerrado. **NEOTROPICAL ENTOMOLOGY**, v. 44, n. 3, p. 242–255, 2015.
- PRADA, M; MARINI, O J; PRICE, P W. Insects in flower heads of *Aspilia foliacea* (Asteraceae) after a fire in central Brazilian savanna: Evidence for the plant vigor hypothesis. **BIOTROPICA**, v. 27, n. 4, p. 513–518, 1995.
- PRICE, P W; DINIZ, I R; MORAIS, H C; *et al.* The abundance of insect herbivore species in the tropics: The high local richness of rare species. **BIOTROPICA**, v. 27, n. 4, p. 468–478, 1995.
- PRICE, P W; FERNANDES, G W; LARA, A C F; *et al.* Global patterns in local number of insect galling species. **JOURNAL OF BIOGEOGRAPHY**, v. 25, n. 3, p. 581–591, 1998.
- PROENCA, Barbara; MAIA, Valéria Cid. *Bruggmannia chapadensis* sp nov (Diptera: Cecidomyiidae), a new midge inducing galls on *Guapira pernambucensis* (Nyctaginaceae) from the Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso State, Brazil. **ZOOLOGIA**, v. 35, 2018.
- QIN, Huaqing; HU, Tianjue; ZHAI, Yunbo; *et al.* The improved methods of heavy metals removal by biosorbents: A review. **Environmental Pollution**, v. 258, p. 113777, 2020.
- RABELO, Raiane Serejo; DYER, Lee A; LEPESQUEUR, Cintia; *et al.* Tritrophic interaction diversity in gallery forests: A biologically rich and understudied component of the Brazilian cerrado. **ARTHROPOD-PLANT INTERACTIONS**, v. 15, n. 5,

p. 773–785, 2021.

- RAGUSA-NETTO, J. Density-dependent seed predation in *Attalea geraensis* Barb. Rodr.(Arecaceae) caused by bruchid beetles in the Brazilian Cerrado. **BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY**, v. 79, n. 4, p. 577–583, 2019.
- RAJENDRAN, Saravanan; PRIYA, T.A.K.; KHOO, Kuan Shiong; *et al.* A critical review on various remediation approaches for heavy metal contaminants removal from contaminated soils. **Chemosphere**, v. 287, p. 132369, 2022.
- REBULA, Caio A; HARIDASAN, Mundayatan; KITAYAMA, Kiniti; *et al.* Toxic Effects of Leaves of an Aluminum-Accumulating Plant in Laboratory Colonies of *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae). **SOCIOBIOLOGY**, v. 52, n. 1, p. 13–24, 2008.
- RIBEIRO, Servio P; BROWN, Valerie K. Prevalence of monodominant vigorous tree populations in the tropics: herbivory pressure on *Tabebuia* species in very different habitats. **JOURNAL OF ECOLOGY**, v. 94, n. 5, p. 932–941, 2006.
- RIBEIRO, Servio P; CARNEIRO, Marco A A; FERNANDES, G Wilson. Free-feeding insect herbivores along environmental gradients in Serra do Cipó: basis for a management plan. **JOURNAL OF INSECT CONSERVATION**, v. 2, n. 2, p. 107–118, 1998.
- RONQUE, Mariane U V; FOURCASSIE, Vincent; OLIVEIRA, Paulo S. Ecology and field biology of two dominant *Camponotus* ants (Hymenoptera:Formicidae) in the Brazilian savannah. **JOURNAL OF NATURAL HISTORY**, v. 52, n. 3–4, p. 237–252, 2018.
- ROQUE, Stephanie Q; FALCAO, Luiz A D; RECH, Andre R; *et al.* Reproductive biology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in preserved and degraded Cerrado areas in Brazil. **BOTANY**, 2023.
- ROSA, J. M., Arioli, C. J., Abatti, R., Agostinetto, L., & Botton, M. (2017). **Polinizadores em perigo: por que nossas abelhas estão desaparecendo?**IV Simpósio Internacional Ciência, Saúde e Território.

- SANTOS, Ana Carolina Costa; DE ALMEIDA, Wanessa Rejane; MALDONADO-LOPEZ, Yurixhi; *et al.* Variation in the co-occurrence of pathogen and herbivores between ontogenetic stages of *Miconia albicans*. **TREES-STRUCTURE AND FUNCTION**, v. 35, n. 3, p. 1001–1011, 2021.
- SANTOS, Debora Santarem da Silva dos; MAIA, Valeria Cid; CALADO, Daniela. Insect galls on *Bauhinia cupulata* (Fabaceae): morphotypes characterization and description of a new species of *Schizomyia*(Cecidomyiidae, Diptera). **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 63, n. 4, p. 356–362, 2019.
- SANTOS, Isana Martins dos; LIMA, Valdeir Pereira; SOARES, Edyany Kellen Souza; *et al.* Insect galls in three species of *Copaifera* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae) occurring sympatrically in a Cerrado area (Bahia, Brazil). **BIOTA NEOTROPICA**, v. 18, n. 1, 2018.
- SANTOS, Jean Carlos; MALDONADO-LOPEZ, Yurixhi; HENRIQUE, Wanessa Rejane Venancio; *et al.* Interspecific competition drives gall-inducing insect species distribution on leaves of *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae). **ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 46, n. 5, p. 1059–1071, 2021.
- SANTOS, L R; FEITOSA, R M; CARNEIRO, M A A. The role of Senescent Stem-Galls over Arboreal Ant Communities Structure in *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae) Trees. **SOCIOBIOLOGY**, v. 64, n. 1, p. 7–13, 2017.
- SANTOS-SILVA, Juliana; ARAUJO, Tainar J. Are Fabaceae the principal super-hosts of galls in Brazil? **ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIENCIAS**, v. 92, n. 2, 2020.
- SCHEMER, Scheila; FERRO, Viviane G; RAMOS, Marina N; *et al.* Species composition and temporal activity of Arctiinae (Lepidoptera: Erebidae) in two cerrado vegetation types. **ZOOLOGIA**, v. 30, n. 2, p. 200–210, 2013.
- SCHERRER, S; DINIZ, I R; MORAIS, H C. Climate and host plant characteristics effects on lepidoptera caterpillar abundance on *Miconia ferruginata* DC. and *Miconia*

- pohlianaCogn (Melastomataceae). **BRAZILIAN JOURNAL OF BIOLOGY**, v. 70, n. 1, p. 103–109, 2010.
- SCHERRER, Scheila; LEPESQUEUR, Cintia; VIEIRA, Marcos C; *et al.* Seasonal variation in diet breadth of folivorous Lepidoptera in the Brazilian cerrado. **BIOTROPICA**, v. 48, n. 4, p. 491–498, 2016.
- SELVI, Adikesavan; RAJASEKAR, Aruliah; THEERTHAGIRI, Jayaraman; *et al.* Integrated Remediation Processes Toward Heavy Metal Removal/Recovery From Various Environments-A Review. **Frontiers in Environmental Science**, v. 7, 2019.
- SENDOYA, Sebastian F; BLUETHGEN, Nico; TAMASHIRO, Jorge Y; *et al.* Foliage-dwelling ants in a neotropical savanna: effects of plant and insect exudates on ant communities. **ARTHROPOD-PLANT INTERACTIONS**, v. 10, n. 3, p. 183–195, 2016.
- SENDOYA, Sebastian F; OLIVEIRA, Paulo S. Ant-caterpillar antagonism at the community level: inter habitat variation of tritrophic interactions in a neotropical savanna. **JOURNAL OF ANIMAL ECOLOGY**, v. 84, n. 2, p. 442–452, 2015.
- SENDOYA, Sebastian F; OLIVEIRA, Paulo S. Behavioural ecology of defence in a risky environment: caterpillar versus ants in a Neotropical savanna. **ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 42, n. 5, p. 553–564, 2017.
- SHAH, Vijendra; DAVEREY, Achlesh. Phytoremediation: A multidisciplinary approach to clean up heavy metal contaminated soil. **Environmental Technology & Innovation**, v. 18, p. 100774, 2020.
- SIBIO, P R De; ROSSI, M N. Oviposition of a leaf-miner on *Erythroxyllum tortuosum* (Erythroxyllaceae) leaves: hierarchical variation of physical leaf traits. **AUSTRALIAN JOURNAL OF BOTANY**, v. 60, n. 2, p. 136–142, 2012.
- SILVA, Daniel Paiva; FERNANDES, Jose Antonio Marin. New evidences supporting trophobiosis between populations of *Edessarufomarginata* (Heteroptera: Pentatomidae)

- and *Camponotus* (Hymenoptera:Formicidae) ants. **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 60, n. 2, p. 166–170, 2016.
- SILVA, F W S; LEITE, G L D; GUANABENS, R E M; *et al.* Seasonal abundance and diversity of arthropods on *Acacia mangium*(Fabales: Fabaceae) trees as windbreaks in the cerrado. **FLORIDA ENTOMOLOGIST**, v. 98, n. 1, p. 170–174, 2015.
- SILVA, Jhonathan O; ESPIRITO-SANTO, Mario M; FERNANDES, G.Wilson. Gallling Insect Species Richness and Leaf Herbivory in an Abrupt Transition Between Cerrado and Tropical Dry Forest. **ANNALS OF THE ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA**, v. 109, n. 5, p. 705–712, 2016.
- SILVA, Ligia Aparecida; VASCONCELLOS-NETO, Joao; KLEBER, Vanessa Del-Claro; *et al.* Seasonally variable effects of spiders on herbivory and seed production *Chamaecrista neesiana*(Leguminosae Caesalpinioideae). **ETHOLOGY ECOLOGY & EVOLUTION**, v. 32, n. 5, p. 493–507, 2020.
- SILVEIRA, Vagner Reis da; MONTEIRO, Ricardo Ferreira; MACEDO, Margarete Valverde. Insect larvae associated with *Clusia hilariana* schlttdl. (Clusiaceae) in the Restinga de Jurubatiba, RJ, Brazil. **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 52, n. 1, p. 57–61, 2008.
- SILVEIRA, Henrique C P; OLIVEIRA, Paulo S; TRIGO, Jose R. Attracting Predators without Falling Prey: Chemical Camouflage Protects Honeydew-Producing Treehoppers from Ant Predation. **AMERICAN NATURALIST**, v. 175, n. 2, p. 261–268, 2010.
- SILVEIRA, Luana Teixeira; DE ARAUJO, Walter Santos. Plant-herbivore networks composed by adult and immature insects have distinct responses to habitat modification in Brazilian savannas. **JOURNAL OF INSECT CONSERVATION**, v. 25, n. 5–6, p. 747–758, 2021.
- SILVA, Felipe D da . e; RAMOS, Davi de L; MERTENS, Frederic; *et al.* Native pollinators improve the quality and market value of common bean. **AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT**, v. 349, 2023.

- SOARES, Edyany Kellen Souza; DE OLIVEIRA, Andreia Barroncas; LIMA, Valdeir Pereira; *et al.* Insect galls associated with *Copaifera sabulicola* JAS Costa & L.PQueiroz (Fabaceae): Characterization and new records. **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**, v. 65, n. 4, 2021.
- SOBRINHO, T G; SCHOEREDER, J H; RODRIGUES, L L; *et al.* Ant visitation (Hymenoptera : Formicidae) to extrafloral nectaries increases seed set and seed viability in the tropical weed *Triumfetta Semitriloba*. **SOCIOBIOLOGY**, v. 39, n. 2, p. 353–368, 2002.
- STEFANI, V; LANGE, D; VILELA, A A; *et al.* The Influence of Fire and Deforestation on the Floral Symmetry and Fitness of *Adenocalymma nodosun* (Bignoniaceae). **SOCIOBIOLOGY**, v. 64, n. 3, p. 301–309, 2017.
- TALAMONI, Sona A; COUTO, Denise; CORDEIRO, Dirceu A, Jr.; *et al.* Diet of some species of Neotropical small mammals. **MAMMALIAN BIOLOGY**, v. 73, n. 5, p. 337–341, 2008.
- TOGNI, Pedro H B; VENZON, Madelaine; SOUZA, Lucas M; *et al.* Dynamics of predatory and herbivorous insects at the farm scale: the role of cropped and noncropped habitats. **AGRICULTURAL AND FOREST ENTOMOLOGY**, v. 21, n. 4, p. 351–362, 2019.
- URSO-GUIMARAES, Maria Virginia; KOCH, Ingrid; CASTELLO, Ana Carolina Devides. Diversity of insect galls from Mato Grosso State, Brazil: Cerrado. **BIOTA NEOTROPICA**, v. 21, n. 3, 2021.
- VARDHAN, Kilaru Harsha; KUMAR, Ponnusamy Senthil; PANDA, Rames C. A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: Current trends and future perspectives. **Journal of Molecular Liquids**, v. 290, p. 111197, 2019.
- VASCONCELOS, Heraldo L; KOCH, Elmo B A; CAMAROTA, Flavio; *et al.* Severe fires alter the outcome of the mutualism between ants and a neotropical savanna tree. **BIOLOGICAL JOURNAL OF THE LINNEAN SOCIETY**, v. 131, n. 3,



p. 476–486, 2020.

VELASQUE, Mariana; DEL-CLARO, Kleber. Host plant phenology may determine the abundance of an ecosystem engineering herbivore in a tropical savanna.

**ECOLOGICAL ENTOMOLOGY**, v. 41, n. 4, p. 421–430, 2016.

VIDAL, Mayra C; SENDOYA, Sebastian F; YAMAGUCHI, Lydia F; *et al.* Natural History of a Sit-and-Wait Dipteran Predator That Uses Extrafloral Nectar as Prey Attractant.

**ENVIRONMENTAL ENTOMOLOGY**, v. 47, n. 5, p. 1165–1172, 2018.

VIEIRA, E M; ANDRADE, I; PRICE, P W. Fire effects on a *Palicourea rigida* (Rubiaceae)

gall midge: A test of the plant vigor hypothesis. **BIOTROPICA**, v. 28, n. 2, p. 210–217, 1996.

VIEIRA-NETO, Ernane H M; VASCONCELOS, Heraldo L; BRUNA, Emilio M. Roads increase population growth rates of a native leaf-cutter ant in Neotropical savannas.

**JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY**, v. 53, n. 4, p. 983–992, 2016.

VILELA, Andrea Andrade; DEL-CLARO, Kleber. Effects of different ant species on the attendance of neighbouring hemipteran colonies and the outcomes for the host plant.

**JOURNAL OF NATURAL HISTORY**, v. 52, n. 7–8, p. 415–428, 2018.

WOŁOWIEC, Magdalena; KOMOROWSKA-KAUFMAN, Małgorzata; PRUSS, Alina; *et al.*

Removal of Heavy Metals and Metalloids from Water Using Drinking Water Treatment Residuals as Adsorbents: A Review. **Minerals**, v. 9, n. 8, p. 487, 2019.

ZANUNCIO, J C; MEZZOMO, J A; GUEDES, R N C; *et al.* Influence of strips of native

vegetation on Lepidoptera associated with *Eucalyptus cloeziana* in Brazil. **FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT**, v. 108, n. 1–2, p. 85–90, 1998.

ZAVA, Paulo C; CIANCIARUSO, Marcus V. Can we use plant traits and soil characteristics to

predict leaf damage in savanna woody species? **PLANT ECOLOGY**, v. 215, n. 6, p. 625–637, 2014. Dissertação.