



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus  
Urutaí**

Programa de Pós-Graduação em Conservação de  
Recursos Naturais do Cerrado  
Urutaí, 2026

# **Super-representação do Cerrado em estudos sobre plantas com nectários extraflorais: padrão biológico ou viés científico?**

Patricia Oliveira Paiva

**Orientador:** Prof. Dr. Estevão Alves da Silva

Urutaí, 2026



## **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano**

*Reitor*

Prof. Dr. Elias de Pádua Monteiro

*Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação e Inovação*

Prof. Dr. Alan Carlos da Costa

### **Campus Urutaí**

*Diretor Geral*

Paulo César Ribeiro da Cunha

*Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação*

Prof. Dr. Anderson Rodrigo da Silva

## **Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado**

*Coordenadora*

Profa. Dra. Debora Astoni Moreira

Urutaí, maio de 2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

P149 Oliveira Paiva, Patricia  
Super-representação do Cerrado em estudos sobre plantas com  
nectários extraflorais: padrão biológico ou viés científico? /  
Patricia Oliveira Paiva. URUTAI 2026.  
  
27f. il.  
  
Orientador: Prof. Dr. Estevão Alves da Silva.  
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de  
0133094 - Mestrado Profissional em Conservação de Recursos  
Naturais do Cerrado (Campus Urutaí).  
I. Título.

# 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, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

#### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

#### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:      Não      Sim, justifique:

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

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 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;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, 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;
- Que cumpriu 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.

Documentado assinado digitalmente  
 **PATRICIA OLIVEIRA PAIVA**  
Data: 17/07/2026 16:39:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documentado assinado digitalmente  
 **ESTEVAO ALVES DA SILVA**  
Data: 17/07/2026 16:32:49-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



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

Ata nº 56/2026 - REPG-URT/DPGPI-UR/CMPURT/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE MESTRADO**

Ao primeiro dia de junho do ano de dois mil e vinte e seis às oito e trinta horas, reuniram-se os membros da banca examinadora em sessão pública realizada virtualmente para proceder à avaliação da defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de mestrado profissional, de autoria de **Patricia Oliveira Paiva** discente do **Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí**, com trabalho intitulado: **Super-representação do Cerrado em estudos sobre plantas com nectários extraflorais: padrão biológico ou viés científico?**. A sessão foi aberta pelo presidente da banca examinadora, Prof. Dr. **Estevão Alves da Silva (Orientador)**, que fez a apresentação formal dos membros da banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora para, em até 40 minutos, proceder à apresentação de seu Trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o candidato, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação e parecer pela banca. Tendo-se em vista o Regulamento do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, o Trabalho de Conclusão de Curso foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, na área de concentração em **Ciências Ambientais**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado do comprovante de depósito da versão definitiva do Trabalho de Conclusão de Curso, com as devidas correções apontadas pela banca e orientador, junto ao Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. Cumpridas as formalidades, a presidência da banca avaliadora encerrou a sessão de defesa e, para constar, foi lavrada a presente ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da banca examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

| Nome                                                       | Instituição    | Situação no Programa  |
|------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|
| Prof. Dr. Estevão Alves da Silva                           | IF Goiano      | Orientador/Presidente |
| Prof <sup>a</sup> . Dr <sup>a</sup> . Tania Maria de Moura | IF Goiano      | Membra interna        |
| Dr. Henrique Venâncio Silva                                | UF. de Sergipe | Membro externo        |

Documento assinado eletronicamente por:

- **Estevao Alves da Silva**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 17/06/2026 08:45:17.
- **Tania Maria de Moura**, **\*\*\*.702.631-\*\* - Usuário Externo**, em 17/06/2026 18:38:07.
- **Henrique Venâncio Silva**, **Henrique Venâncio Silva - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal de Sergipe (13031547000104)**, em 18/06/2026 22:28:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/05/2026. 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:** 823829

**Código de Autenticação:** ffe041be13



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAI / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900



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

## FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

**Título da dissertação:** Super-representação do Cerrado em estudos sobre plantas com nectários extraflorais: padrão biológico ou viés científico?

**Autora:** Patricia Oliveira Paiva

**Orientador:** Prof. Dr. Estevão Alves da Silva

Dissertação de Mestrado Profissional apresentada e aprovada pelos membros da Banca Avaliadora em 01 de junho de 2026, como parte das exigências para obtenção do Título **MESTRE EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

Prof. Dr. Estevão Alves da Silva

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tania Maria de Moura

Dr. Henrique Venâncio Silva

Documento assinado eletronicamente por:

- **Estevao Alves da Silva**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 22/06/2026 16:45:21.
- **Henrique Venâncio Silva**, **Henrique Venâncio Silva - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal de Sergipe (13031547000104)**, em 22/06/2026 20:45:04.
- **Tania Maria de Moura**, **\*\*\*.702.631-\*\* - Usuário Externo**, em 29/06/2026 09:50:50.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/05/2026. 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:** 823834

**Código de Autenticação:** e7d2cbbec5



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

PATRICIA OLIVEIRA PAIVA

**Super-representação do Cerrado em estudos  
sobre plantas com nectários extraflorais:  
padrão biológico ou viés científico?**

*Orientador*

Prof. Dr. Estevão Alves da Silva

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano –  
Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa  
de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais  
do Cerrado para obtenção do título de Mestre.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a deus pelas bênçãos e pelo sustento durante toda a minha trajetória.

Aos meus pais, Maria Sebastiana e José Idênio, pelo incentivo constante e por serem meu porto seguro, guiando meus passos e oferecendo todo o suporte necessário para que eu chegasse até aqui.

Aos meus familiares, pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em meu potencial.

Ao prof. dr. Estevão Alves da Silva, pela orientação técnica de excelência, pelo profissionalismo e pela paciência dedicada ao longo deste percurso. Sua condução foi fundamental para o meu amadurecimento acadêmico.

Aos meus colegas de turma, pelo companheirismo e pelas trocas de experiências que tornaram esta jornada mais leve.

Aos professores do PPG-CRENAC, pelo suporte e pelos conhecimentos compartilhados durante as disciplinas.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, pelo apoio institucional e acadêmico durante o curso.

**URUTAI (GO)**

## Sumário

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Resumo.....</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>Abstract.....</b>                                       | <b>7</b>  |
| <b>Introdução .....</b>                                    | <b>8</b>  |
| <b>Métodos .....</b>                                       | <b>10</b> |
| <b>Busca na literatura .....</b>                           | <b>10</b> |
| <b>Critérios de elegibilidade .....</b>                    | <b>11</b> |
| <b>Ano de publicação e plantas .....</b>                   | <b>12</b> |
| <b>Local de trabalho de campo (<i>fieldwork</i>) .....</b> | <b>13</b> |
| <b>Afiliação dos autores.....</b>                          | <b>14</b> |
| <b>Análises estatísticas.....</b>                          | <b>14</b> |
| <b>Resultados .....</b>                                    | <b>15</b> |
| <b>Discussão .....</b>                                     | <b>19</b> |
| <b>Conclusão e Direções Futuras .....</b>                  | <b>21</b> |
| <b>Referências .....</b>                                   | <b>22</b> |

## Resumo

Plantas com nectários extraflorais possuem glândulas que produzem néctar fora das flores, atraindo formigas que atuam como “guarda-costas” contra herbívoros. Embora esse tipo de interação seja amplamente estudado, ainda existem lacunas de registros sobre sua distribuição geográfica, ou mesmo regiões que são super-representadas. Este estudo buscou entender por que o Cerrado aparece com tanta frequência em pesquisas a respeito de interações entre formigas e plantas com nectários extraflorais no Brasil. De acordo com nossa hipótese, isso se deveria ao maior número de pesquisadores afiliados a instituições no Cerrado e à preferência em conduzir pesquisas neste bioma. Adaptando o protocolo PRISMA para condução de pesquisas sistemáticas, nós filtramos e analisamos 144 artigos publicados desde 1979, que mostraram que estudos de plantas com nectários extraflorais (que interagem com formigas) foram conduzidos em 58 municípios diferentes. O Cerrado consistentemente se destacou como o bioma mais estudado tanto em número de publicações (69%), locais onde as plantas foram amostradas (60% municípios) e consequentemente em riqueza de espécies (39% da flora). Ainda, a maior parte dos pesquisadores afiliados às instituições do bioma conduziram estudos localmente, retroalimentando a representatividade do bioma em relação às plantas com nectários extraflorais. A distribuição dos estudos dentro do Cerrado foi bastante desigual, com alguns locais sendo significativamente mais estudados do que outros. Os dados revelam que a proeminência do Cerrado nos registros científicos reflete mais a concentração geográfica dos investimentos e esforços de pesquisa do que, necessariamente, uma diferença biológica real na ocorrência de plantas com nectários extraflorais. Esse cenário evidencia a necessidade de direcionar o olhar científico para biomas historicamente subamostrados. Ao descentralizar o esforço amostral e acadêmico, não apenas reduzimos vieses espaciais, mas também construímos uma compreensão mais abrangente, representativa e precisa da diversidade das interações ecológicas com esse grupo funcional de plantas.

**Palavras-chave:** Biogeografia; distribuição geográfica; desigualdade de amostragem; esforço de amostragem; vieses espaciais

## Abstract

Plants with extrafloral nectaries possess glands that produce nectar outside the flowers, attracting ants that act as “bodyguards” against herbivores. Although this type of interaction has been widely studied, there are still gaps in records regarding its geographic distribution, as well as regions that are over-represented. This study aimed to understand why the Cerrado appears so frequently in research on interactions between ants and plants with extrafloral nectaries in Brazil. According to our hypothesis, this pattern is due to the greater number of researchers affiliated with institutions in the Cerrado and the preference for conducting research in this biome. Following and adapting the PRISMA protocol for conducting systematic research, we filtered and analyzed 144 articles published since 1979, which showed that studies on plants with extrafloral nectaries (interacting with ants) were conducted in 58 different municipalities. The Cerrado consistently stood out as the most studied biome both in number of publications (69%), locations where plants were sampled (60% of the municipalities), and consequently in species richness (39% of the flora). Furthermore, most researchers affiliated with institutions within the biome conducted studies locally, reinforcing the representativeness of the biome in relation to plants with extrafloral nectaries. The distribution of studies within the Cerrado was highly uneven, with some locations being significantly more studied than others. The data reveal that the prominence of the Cerrado in scientific records reflects more the geographic concentration of investments and research efforts than, necessarily, a real biological difference in the occurrence of plants with extrafloral nectaries. This scenario highlights the need to direct scientific attention toward historically under-sampled biomes. By decentralizing sampling and academic efforts, we not only reduce spatial biases, but also build a broader, more representative, and more accurate understanding of the diversity of ecological interactions throughout the Brazilian territory with this functional group of plants.

**Keywords:** Biogeography; geographic distribution; sampling inequality; sampling effort; spatial biases

## Introdução

Compreender os padrões de abundância e distribuição das espécies exige não apenas registros taxonômicos consistentes, mas também informações espaciais confiáveis e bem estruturadas (Hortal *et al.* 2015; Meyer *et al.* 2016). A ecologia atual mostra que, para entender a abundância das espécies e como elas interagem no espaço, é fundamental ter rigor na coleta e no tratamento dos dados geográficos (Dormann *et al.* 2007; Guimarães *et al.* 2020; Dattilo *et al.* 2013).

Estudos de biodiversidade buscam entender não apenas a classificação das espécies, mas também como elas evoluem e se distribuem no espaço (Vellend 2016). Para que essas análises sejam precisas, é indispensável termos dados geográficos rigorosos e bem estruturados. No entanto, o conhecimento atual é limitado pelas escalas das pesquisas (Meyer *et al.* 2015). A falta de coletas em diversas regiões cria um viés geográfico conhecido como “déficit Wallaceano” (*Wallacean shortfall*) que atinge quase todos os grupos biológicos descritos (Hortal *et al.* 2015; Diniz-Filho *et al.* 2023). A escassez de inventários em diferentes regiões geográficas cria uma lacuna de conhecimento na ecologia, tornando impreciso o mapeamento real da ocorrência das espécies. Essa falta de dados consistentes repercute diretamente no planejamento ambiental, provocando distorções severas tanto em modelos ecológicos quanto na definição de áreas prioritárias para conservação. Como resultado, as abordagens de modelagem que abastecem a literatura científica ficam vulneráveis a fortes vieses ao comparar diferentes biomas nacionais (Rocchini *et al.* 2023).

O excesso de estudos concentrados em poucas regiões distorce o conhecimento sobre as interações entre espécies e dificulta a definição de áreas críticas para a preservação do ecossistema (Meyer *et al.* 2016). Áreas próximas às universidades ou de fácil acesso tendem a ser mais estudadas, gerando uma concentração excessiva de dados sobre esses locais. Por outro lado, a falta de dados em áreas de difícil acesso impede comparações precisas entre diferentes biomas ou níveis geográficos (Hortal *et al.* 2015; Meyer *et al.* 2016; Rocchini *et al.* 2023).

Plantas com nectários extraflorais (NEFs) secretam uma solução nutritiva capaz de atrair uma fauna diversa, com destaque marcante para as formigas. A contrapartida dessa oferta de alimento funciona como um mecanismo eficiente: os insetos passam a agir como verdadeiros guarda-costas da planta, combatendo agressivamente os danos causados por herbívoros (Del-Claro *et al.* 2016; Moura & Del-Claro, 2022; Porto *et al.* 2023). Mas essa parceria está longe

de ser uma regra fixa. Na verdade, a dinâmica ecológica varia significativamente dependendo do cenário geográfico e de quem são os parceiros envolvidos, alterando desde a agressividade e a efetividade de defesa das formigas até a própria oferta (em quantidade e qualidade) do néctar secretado pelas plantas. São essas pequenas variações locais que ditam, no fim das contas, a real intensidade dos benefícios gerados para cada parceiro da interação (Moura & Del-Claro, 2022; Porto *et al.* 2023). Grande parte do conhecimento sobre plantas com nectários extraflorais (NEFs), provém de pesquisas realizadas na região Neotropical (Barbosa *et al.* 2025). Por concentrar esse volume histórico de estudos, a região tornou-se o cenário central para cientistas discutirem como esses mutualismos evoluem ao longo do tempo (Oliveira & Rico-Gray 2007; Oliveira & Freitas 2004).

Antes de definir qualquer metodologia de estudo, é preciso mapear onde essas espécies (plantas com NEFs) realmente ocorrem (Antonelli *et al.* 2018; Hortal *et al.* 2015; Oliver *et al.* 2021). Apesar da imensa diversidade de plantas com NEFs na região neotropical, ainda existem grandes lacunas sobre a real distribuição geográfica dessas espécies. Esse cenário reflete o chamado déficit Wallaceano, que persiste porque muitas áreas ainda permanecem pouco estudadas e com baixa cobertura de inventários biológicos (Hortal *et al.* 2015). Como consequência, nossa compreensão sobre a distribuição dessas plantas permanece incompleta, gerando distorções na interpretação dos padrões de biodiversidade e das interações ecológicas. As pesquisas estão muito concentradas no Brasil e, especialmente, no bioma Cerrado, deixando outras áreas subamostradas (Juárez-Juárez *et al.* 2023; Barbosa *et al.* 2025). O problema é que esse esforço desigual de coleta pode superestimar a riqueza de espécies ou a frequência de interações, enquanto regiões menos estudadas acabam desconsideradas em sínteses globais (Rocchini, 2023; Hortal *et al.* 2015; Meyer *et al.* 2016). Assim, é fundamental descobrir se a abundância dessas plantas no Cerrado é um fato biológico ou apenas fruto de um viés de amostragem, essencial para interpretar corretamente a distribuição de plantas com NEFs e suas redes mutualísticas (Beck *et al.* 2014, Hortal *et al.* 2015, Meyer *et al.* 2015).

Nosso estudo possui duas questões abrangentes a serem exploradas. Primeiro, abordamos o déficit Wallaceano, investigando por que o número de publicações a respeito de plantas com NEFs é maior no Cerrado (em relação aos outros biomas brasileiros) (Barbosa *et al.* 2025). Formulamos as seguintes hipóteses: (i) que isso ocorre devido à regularidade temporal das publicações no Cerrado; (ii) e à quantidade de locais estudados (isto é, cidades onde o trabalho de campo foi conduzido) no Cerrado em comparação com outros biomas.

Também (iii) examinamos se a distribuição dos locais de trabalho de campo foi homogênea (isto é, se todos os locais/municípios foram igualmente estudados), bem como a distribuição da riqueza de plantas de acordo com os locais/cidades de amostragem. Em seguida, (iv) analisamos se os locais/cidades estudados repetidamente apresentaram mais registros de espécies de plantas com NEFs, esperando uma relação positiva.

Em segundo lugar, investigamos o papel da afiliação institucional dos autores nos estudos sobre interações planta-formiga. Esperávamos que (v) autores afiliados às instituições localizadas no bioma Cerrado tendessem a conduzir estudos locais; consequentemente, o número de publicações e a riqueza de plantas seriam maiores nesse bioma.

## **Métodos**

### **Busca na literatura**

Os dados foram obtidos a partir de estudos que investigaram a interação entre formigas e plantas com NEFs no Brasil, pois esta flora é bem representada no país (Juarez-Juarez *et al.* 2023; Barbosa *et al.* 2025; Silva *et al.* 2025). Buscando assegurar a integridade e a transparência na seleção dos estudos, esta pesquisa adaptou as diretrizes do protocolo PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020) (Page *et al.* 2021). A utilização desse referencial permitiu padronizar as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos artigos, conferindo maior rigor e consistência metodológica à revisão sistemática (Moher *et al.* 2009). Além disso, o protocolo contribuiu para tornar o processo de seleção dos estudos mais claro, rastreável e organizado, reduzindo possíveis vieses durante a composição do banco de dados. Com base nessas diretrizes, foi estruturado o fluxo de seleção dos estudos e definidos os critérios de busca, inclusão e extração das informações analisadas, sintetizados no (**Quadro 1**).

A busca foi realizada unicamente utilizando o *Google Scholar* ([scholar.google.com](https://scholar.google.com)), que reúne dados de diversas editoras (*publishers*) e apresenta versões dos artigos que podem ser baixadas das editoras originais ou de bibliotecas pessoais dos autores, como sites ligados à universidade, via *Research Gate* ([www.researchgate.net](https://www.researchgate.net)) ou *Academia.edu* ([www.academia.edu](https://www.academia.edu)). Essa estratégia é semelhante à adotada por Barbosa (*et al.* 2025) em revisão sobre interações planta-formiga mediadas por nectários extraflorais.

A busca foi realizada com os termos “extrafloral nectar\*”, “Brazil”, “ant-plant mutualism”, “ant-plant interactions” e variações em português. Esse processo foi realizado mensalmente de janeiro a dezembro de 2025, e todos os artigos, independentemente da data de publicação, foram baixados, identificados e examinados quanto a detalhes necessários para inclusão em nosso banco de dados (**Quadro 1**). A lista de referências bibliográficas de todos os artigos também foi utilizada para reunir literatura relevante.

**Quadro 1.** Procedimentos realizados na busca da literatura e nos dados extraídos dos artigos.

| Item do checklist                                                                      | Procedimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Busca na literatura                                                                    | Utilizando o <i>Google Scholar</i> (protocolo de Barbosa <i>et al.</i> 2025)                                                                                                                                                                                                                                             |
| Período de busca da literatura                                                         | De janeiro a dezembro de 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Termos utilizados na busca                                                             | Extrafloral nectar, Brazil, ant-plant mutualism, ant-plant interactions e variações em português                                                                                                                                                                                                                         |
| Restrição para a busca?                                                                | (i) Apenas trabalhos publicados em revistas científicas<br>(ii) Somente artigos originais (excluímos revisões e meta-análises)<br>(iii) Sem restrição de idioma ou período de publicação<br>(iv) <i>Papers</i> publicados até 2025                                                                                       |
| Coleta da literatura                                                                   | Download direto do <i>Google Scholar</i> , editoras (publishers), ResearchGate, e bibliotecas pessoais dos autores                                                                                                                                                                                                       |
| Critérios obrigatórios de elegibilidade dos artigos                                    | (i) Artigos cujo trabalho de campo tenha sido realizado no Brasil;<br>(ii) Registro da interação entre plantas com nectários extraflorais e formigas em ambiente natural;<br>(iii) Artigos que informem o local do trabalho de campo (local específico ou cidade);<br>(iv) Plantas com identificação taxonômica completa |
| Informações adicionais extraídas dos artigos                                           | (i) Autoria;<br>(ii) Afiliação (instituição e cidade) do primeiro autor;<br>(iii) Ano de publicação do artigo;<br>(iv) Bioma onde o trabalho de campo foi realizado (quando disponível);<br>(v) Riqueza de plantas com NEFs por artigo                                                                                   |
| Uso de ferramentas de Inteligência Artificial na obtenção de dados dos <i>papers</i> ? | Não. A extração de dados foi manual, exigindo a leitura e releitura de cada <i>paper</i> pelos pesquisadores envolvidos                                                                                                                                                                                                  |
| Dados contínuos utilizados ao final da curadoria dos <i>papers</i>                     | $n = 144$ publicações (após a filtragem de 272 <i>papers</i> baixados); 223 espécies de plantas; 58 cidades onde o trabalho de campo foi conduzido; 36 instituições de afiliação dos autores; 4 biomas estudados; publicações de 1979 a 2025                                                                             |

### Critérios de elegibilidade

Apenas artigos publicados em revistas científicas com corpo editorial e revisão por pares foram utilizados na pesquisa. Trabalhos considerados como revisões, meta-análises, registros de ocorrência e distribuição espacial de plantas, trabalhos em herbários, taxonomia e anatomia de NEFs não foram considerados, mesmo que mostrassem interações com formigas.

Os estudos deveriam fornecer a localização específica do trabalho de campo (cidade, parque, área natural) e focar na interação entre plantas com NEFs e formigas em seus habitats naturais, abrangendo diferentes abordagens, desde história natural, interações com herbívoros e polinizadores, até experimentos em larga escala geográfica (Oliveira *et al.* 1987; Del-Claro & Marquis 2015; Guimaraes *et al.* 2006; Monique *et al.* 2022; Alencar *et al.* 2023; Costa-Silva *et al.* 2025). Basicamente, objetivamos incluir apenas artigos que estudassem estritamente as interações entre plantas e formigas. As formigas não foram incluídas no estudo, mas objetivamos estudar as plantas que interagissem com esses animais a fim de termos um panorama geográfico de onde as interações ocorrem. Dessa forma, este estudo não tem um foco somente de distribuição das espécies, mas sim da biogeográfica das interações planta-formiga, que no caso das plantas com NEFs, são mutualismos de proteção e servem como modelos de estudo de coevolução. O padrão de ocorrência de formigas no Brasil foi recentemente explorado por (Silva *et al.* 2025) em um capítulo de livro.

Em nossa amostragem e posterior filtragem dos dados (**Quadro 1**) 87% dos artigos incluídos no banco de dados continham as palavras “formigas” e “néctar extrafloral” no título (Del-Claro *et al.* 1996), no resumo (Leal *et al.* 2015), ou em ambos (Ribeiro *et al.* 2018), demonstrando objetivamente o foco da pesquisa nesse tema. Os 13% restantes descreviam a interação entre formigas e plantas no texto (por exemplo, Bentley 1979).

Outras informações extraídas de cada artigo incluíram autoria, ano de publicação, espécies de plantas estudadas, bioma onde o trabalho de campo foi realizado, localização específica do trabalho de campo (parques, reservas, campus universitários, áreas urbanas etc.), instituição de afiliação dos autores, cidade onde a instituição está localizada e cidade onde o trabalho de campo foi conduzido (**Quadro 1**).

### **Ano de publicação e plantas**

A variável “ano de publicação” de cada artigo foi obtida da versão baixada durante a busca. Em relação à identificação das plantas, como a taxonomia vegetal está sujeita a

mudanças periódicas, todos os nomes das espécies foram verificados nos sites Flora do Brasil (<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/>) e no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira- SiBBr (<https://sibbr.gov.br/>), e atualizações nos nomes originais foram realizadas quando necessário.

### **Local de trabalho de campo (*fieldwork*)**

Todas as seções de Métodos (ou Material e Métodos) dos artigos foram examinadas para extrair informações sobre o local específico de onde a coleta de dados foi realizada (trabalho de campo, ou *fieldwork*, em inglês). Isso incluiu campus universitários, parques, fazendas, reservas, áreas urbanas, estradas, manguezais, planaltos, restingas, cadeias montanhosas e estações de pesquisa. Entretanto, para maior clareza e objetividade, agrupamos todos os trabalhos de campo de acordo com os municípios onde foram realizados (por exemplo, Monique *et al.* 2022) ou pelo município mais próximo (por exemplo, Camara *et al.* 2016; Nogueira *et al.* 2020; Oliveira *et al.* 2020).

A cidade relativa ao trabalho de campo permitiu comparar quantas vezes uma cidade (local) específica foi utilizada para estudos e possibilitou comparações entre afiliação e local do trabalho de campo. Como estávamos interessados nos pontos de ocorrência de plantas com NEFs, artigos que não indicassem especificamente o local do trabalho de campo (cidade, parque, *campus* universitário), ou não fornecessem as coordenadas geográficas, não foram incluídos no conjunto de dados.

Cada cidade (relativa ao trabalho de campo) foi atribuída a um bioma. Caso os autores não mencionassem o bioma do local de estudo, consultamos outras fontes online, como artigos conduzidos na mesma área de estudo. Neste trabalho, consideramos os biomas de forma a incluir fitofisionomias que estivessem em outros biomas; por exemplo a presença de savanna na Caatinga foi considerada como bioma Cerrado, pois a planta ocorreu em uma área com características de Cerrado (e.g., Nogueira *et al.* 2015). Além disso, os próprios autores usaram descrições de biomas ou fitofisionomias em seus trabalhos (ou estas informações estavam em trabalhos relacionados).

Artigos com dúvidas significativas quanto ao bioma não foram incluídos no banco de dados. Para aqueles trabalhos com dúvidas razoáveis, a classificação dos biomas levou em consideração os limites territoriais dos seis biomas terrestres do Brasil (Amazônia, Cerrado,

Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal), e as regiões fitoecológicas da vegetação, de acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e MMA (Ministério do Meio Ambiente) (IBGE 2019; Brasil 2025; IBGE 2026).

### **Afiliação dos autores**

Apenas a afiliação do primeiro autor foi utilizada, pois esses pesquisadores (em sua maioria estudantes de pós-graduação) são diretamente responsáveis pelo trabalho de campo e coleta de dados (Thatje 2016; Logan *et al.* 2017). Autores “*senior*”, que atuam como orientadores, também são fundamentais na pesquisa (Thatje 2016), mas em alguns casos não aparecem na última posição da lista de autoria e nem são os autores correspondentes (Grossman & DeVries 2019). Portanto, consideramos mais apropriado utilizar as informações dos primeiros autores para analisar a relação entre afiliação e local de trabalho de campo.

Nos casos em que autores possuíam duas ou mais afiliações, escolhemos a mais próxima do local de trabalho de campo (por exemplo, Miranda *et al.* 2019, Miranda *et al.* 2022). Isso acontece, por exemplo, quando um pesquisador está afiliado à mais de uma instituição, e conduz o trabalho de campo próximo a uma delas; ou também quando o pesquisador se torna professor e coloca sua afiliação de quando era pesquisador (mestrando, doutorando, pós-doutorando) e conduziu o trabalho sua antiga instituição.

Os autores foram classificados como “locais” - quando o local de campo e a afiliação estavam na mesma cidade (Costa-Silva *et al.* 2025), e “não-locais” - quando desenvolveram o trabalho de campo em outras cidades (por exemplo, Souza *et al.* 2024).

### **Análises estatísticas**

Uma regressão logística foi realizada para investigar a relação entre publicações (variável dependente, dados transformados em 0 ou 1), tempo (variável independente contínua) e biomas (variável independente categórica) (*hipótese i*). O número de cidades estudadas (em relação ao trabalho de campo) em cada bioma foi usado para comparações (*hipótese ii*), mas sem análises estatísticas (devido ao baixo *n* amostral, ou seja, quatro biomas, que seguiu a essa abordagem – ver Resultados). Para verificar a distribuição (se foi estatisticamente homogênea, ou não) das publicações de acordo com as cidades, realizamos um teste de *skewness*. Se todas as cidades fossem amostradas igualmente, o valor de *skewness* deveria ser igual a zero. Este

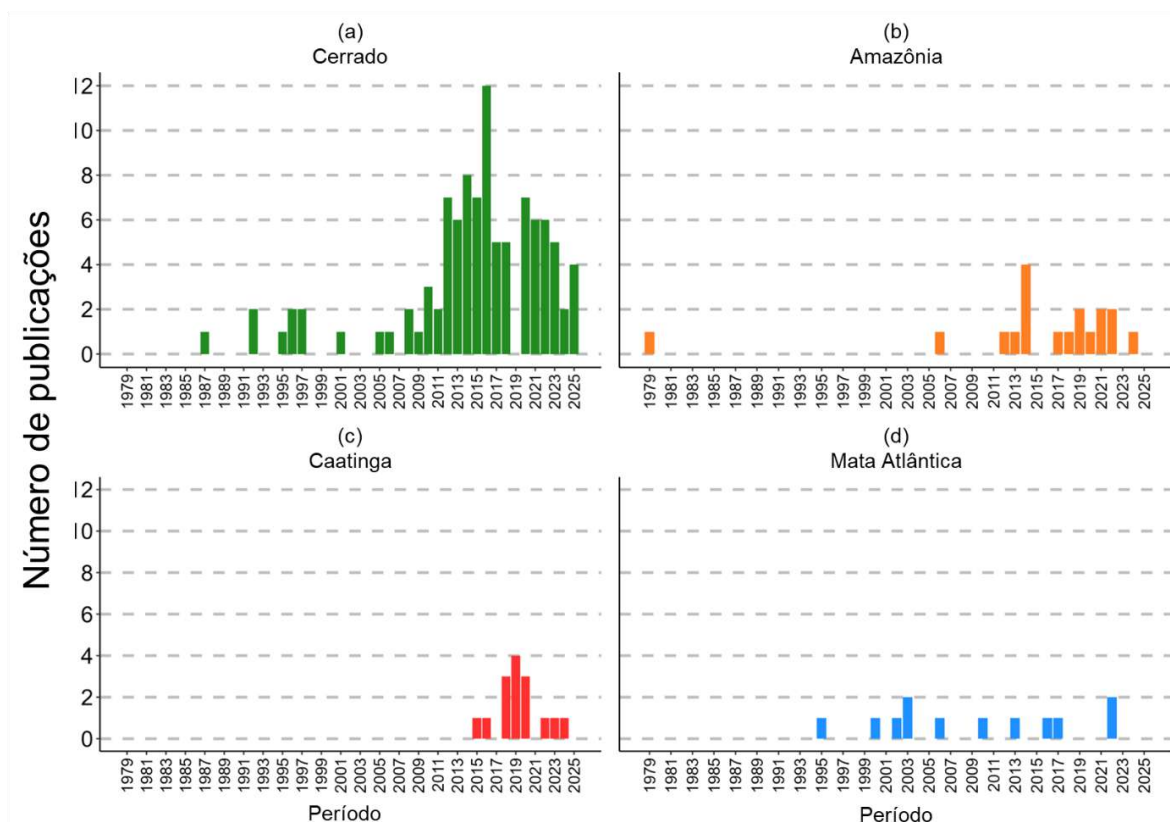
teste também foi realizado para examinar a riqueza de plantas de acordo com as cidades (*hipótese iii*). A relação entre a frequência de amostragem (por cidade) e a riqueza de plantas com NEF foi examinada com uma regressão não linear (*hipótese iv*), pois os dados se mostraram claramente fora da distribuição normal.

Examinamos se o local de trabalho de campo e a instituição de origem do autor (afiliação) estavam na mesma cidade. Os dados são apresentados de acordo com o autor e os biomas, e aqui não realizamos análises estatísticas, mas sim apresentamos os dados em valores percentuais para comparações (*hipótese v*). Todas as análises e figuras foram feitas no software estatístico R versão 4.5.1(R Core Team, 2025)

## Resultados

Os dados foram obtidos a partir de 144 artigos (via *Google Scholar*), e totalizaram 223 espécies de plantas com nectários extraflorais (NEFs), 58 cidades onde o trabalho de campo foi conduzido e 36 instituições de afiliação dos autores. A primeira publicação data de 1979 e teve como bioma de estudo a Amazônia; já em 2025 todos os artigos publicados foram relativos ao bioma Cerrado.

Os estudos sobre interações planta-formiga não foram constantes ao longo do tempo, mas, de modo geral, o Cerrado recebeu mais atenção em comparação aos demais biomas, especialmente nos últimos 15 anos (**Figura 1**).



**Figura 1.** Variação temporal no número de publicações que abordam a interação de formigas com plantas com nectários extraflorais em diferentes biomas brasileiros publicados entre 1979 até 2025. Dados obtidos via artigos buscados na plataforma *Google Scholar* (ver Métodos).

O número de publicações esteve significativamente relacionado ao tempo e aos biomas (**Tabela 1**), sendo o Cerrado significativamente diferente dos demais biomas ( $P < 0,05$  em todas as comparações). O Cerrado sozinho concentrou 69% de todas as publicações sobre interações planta-formiga, o maior número de locais amostrados (locais de trabalho de campo) e a maior riqueza de plantas com NEFs (**Tabela 2**). Além disso, entre as cidades com maior riqueza de plantas ( $> 10$  espécies), quase metade estava localizada no Cerrado (**Tabela 2**).

**Tabela 1.** Regressão logística mostrando se as publicações (variável dependente, convertida em valores 0 e 1) estiveram relacionadas ao tempo (anos) e aos biomas. O efeito de interação não foi significativo e não é apresentado. O bioma Amazônia foi utilizado como categoria de referência no modelo (padrão do modelo GLM).

| Variáveis      | Estimativa | Erro padrão | Odds-ratio | Valor de z | Valor de P    |
|----------------|------------|-------------|------------|------------|---------------|
| Intercepto     | -137,28    | 43,11       | 0,01       | -3,18      | 0,0015        |
| Ano            | 0,07       | 0,02        | 1,07       | 3,18       | <b>0,0015</b> |
| Mata Atlântica | -0,32      | 0,57        | 0,73       | -0,57      | 0,5720        |
| Caatinga       | -0,67      | 0,59        | 0,51       | -1,15      | 0,2519        |
| Cerrado        | 2,28       | 0,67        | 9,80       | 3,41       | <b>0,0007</b> |

**Tabela 2.** Cidades onde plantas com nectários florais foram amostradas, classificadas de acordo com o bioma e a respectiva riqueza de plantas.

| <b>Cidade</b>                | <b>Estado</b> | <b>Riqueza de plantas</b> |
|------------------------------|---------------|---------------------------|
| <b>Bioma: Cerrado</b>        |               |                           |
| Uberlândia                   | MG            | 46                        |
| Itirapina                    | SP            | 16                        |
| Assis                        | SP            | 15                        |
| Jaboticatubas                | MG            | 15                        |
| Lagoa Santa                  | MG            | 14                        |
| Ouro Preto                   | MG            | 12                        |
| Paraopeba                    | MG            | 12                        |
| Mogi Guaçu                   | SP            | 11                        |
| <b>Bioma: Amazônia</b>       |               |                           |
| Manaus                       | AM            | 36                        |
| Senador Guimard              | AC            | 21                        |
| Porto Acre                   | AC            | 14                        |
| Rio Branco                   | AC            | 11                        |
| Bujari                       | AC            | 10                        |
| <b>Bioma: Caatinga</b>       |               |                           |
| Buíque                       | PE            | 22                        |
| Parnamirim                   | PE            | 12                        |
| Garanhuns                    | PE            | 10                        |
| Manga                        | MG            | 10                        |
| <b>Bioma: Mata Atlântica</b> |               |                           |
| São José da Laje             |               | 19                        |

Os primeiros autores estavam afiliados a 36 instituições. A relação entre afiliação e local de campo foi, em média, de 40% ( $\pm 9\%$ ) (isto é, o local do trabalho de campo e a instituição estavam na mesma cidade), variando entre os biomas, sendo mais elevada no Cerrado (**Tabela 3**), o que indica que a maioria dos pesquisadores nesse bioma realizou seus estudos localmente.

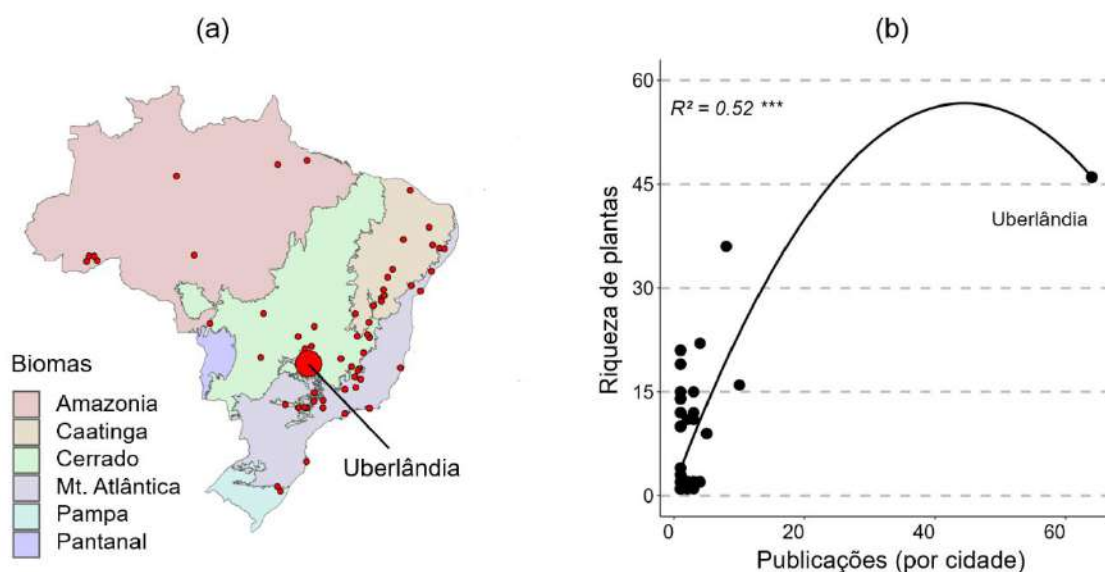
**Tabela 3.** Características dos dados por bioma. Número total de publicações = 144; riqueza de plantas = 223; cidades onde os estudos foram realizados = 58 (os valores percentuais nas colunas são baseados nesses totais). A razão afiliação–campo indica a porcentagem de autores que realizaram o estudo na mesma cidade de sua instituição.

| <b>Biomas</b>  | <b>Publicações<br/>(e %)</b> | <b>Riqueza de<br/>plantas (e %)</b> | <b>Cidades<br/>estudadas (e %)</b> | <b>Razão afiliação–<br/>campo</b> |
|----------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Cerrado        | 99 (69%)                     | 88 (39%)                            | 34 (59%)                           | 52%                               |
| Amazônia       | 18 (12%)                     | 73 (33%)                            | 8 (14%)                            | 33%                               |
| Caatinga       | 15 (10%)                     | 47 (21%)                            | 7 (12%)                            | 33%                               |
| Mata Atlântica | 12 (8%)                      | 29 (13%)                            | 9 (16%)                            | 42%                               |

Mais da metade dos locais de trabalho de campo estavam situados no Cerrado (**Tabela 3**). Tanto a distribuição dos locais de amostragem quanto a riqueza de plantas apresentaram assimetria positiva e significativa ( $skew = 6,98$  e  $2,35$ , respectivamente, com  $P < 0,0001$  em ambos os casos) (**Material Suplementar 1**).

Isso ocorreu porque uma cidade no bioma Cerrado (Uberlândia) (**Figura 2a**) esteve super-representada tanto na frequência de estudos (44% de todas as publicações e 65% das publicações apenas do Cerrado) quanto na riqueza ( $n = 46$  espécies, correspondendo a 21% e 52% das espécies do Brasil e do bioma Cerrado, respectivamente). Em contraste, a maioria das cidades (80%,  $n = 46$ ) foi estudada apenas uma ou duas vezes e apresentou menos de 10 espécies de plantas (**Figura 2b**).

A relação entre o número de publicações por cidade e a riqueza de plantas foi significativa, porém não linear ( $F_{2,55} = 30,1$ ;  $R^2 = 0,52$ ; intercepto = 1,43; coeficiente angular = 2,48; coeficiente angular ao quadrado = 0,03) (**Figura 2b**).



**Figura 2. (a)** Amostragem de plantas com nectários extraflorais de acordo com os biomas. O círculo grande indica a localização da cidade de Uberlândia no bioma Cerrado. **(b)** Relação entre publicações por cidade e a riqueza de plantas com nectários extraflorais. Note que o mapa mostra os limites territoriais de cada bioma, porém os pontos de ocorrência podem estar em fitofisionomias que são características de outros biomas.

## Discussão

Os resultados indicam que o Cerrado concentra a maior parte das investigações sobre plantas com nectários extraflorais (NEFs) no Brasil. É possível que essa predominância reflita, em parte, um esforço amostral historicamente direcionado a esse bioma (Hortal *et al.* 2015; Meyer *et al.* 2016; Hughes *et al.* 2021). Essa tendência também pode refletir a distribuição historicamente desigual do esforço de pesquisa no Brasil, com maior concentração de estudos no Cerrado. Esse cenário favorece a realização de trabalhos nessa região e amplia sua representatividade na literatura científica (Barbosa *et al.* 2025; Hortal *et al.* 2015; Meyer *et al.* 2016; Hughes *et al.* 2021). A total ausência de registros nos biomas Pampa e Pantanal em nossa base de dados evidencia uma lacuna histórica de esforço científico (Barbosa *et al.* 2025; Hortal *et al.* 2015). Portanto, as interações entre formigas e plantas parecem variar conforme o contexto ecológico de cada bioma, influenciando não apenas a quantidade de registros, mas também a dinâmica dessas associações mutualísticas (Dáttilo *et al.* 2013; Moura & Del-Claro, 2023).

Notamos que quanto mais o local é pesquisado, maior tende a ser o número de espécies registradas, um padrão reconhecido na literatura ecológica (Gotelli & Colwell 2001; Chao *et*

*al.* 2014). Isso sugere a existência de um viés: muitos pesquisadores acabam estudando áreas próximas às suas próprias instituições de ensino de pesquisa, o que gera lacunas espaciais já apontadas por outros autores (Hughes *et al.* 2021; Meyer *et al.* 2015). De forma geral, esses dados indicam que os mapas de biodiversidade atuais dizem mais sobre onde o esforço de pesquisa foi investido do que sobre a real distribuição geográfica dessas plantas encontradas no país, como apontado por estudos sobre lacunas de conhecimento em biodiversidade (Hortal *et al.* 2015). Ao analisar se esse destaque era biológico ou reflexo de um viés metodológico, constatamos que a realidade é influenciada pelo esforço de coleta (Hortal *et al.* 2015; Rocchini *et al.* 2023).

Ao analisarmos o avanço das publicações ao longo do tempo, notamos um crescimento expressivo no número de estudos, com destaque nítido para o Cerrado. Enquanto o Cerrado manteve um ritmo de expansão e continuidade, outras regiões apresentaram uma produção acadêmica mais reduzida e descontínua. Esse padrão de concentração geográfica das pesquisas já foi identificado em diferentes áreas da biologia, indicando que o conhecimento científico tende a se acumular em regiões com maior infraestrutura acadêmica e facilidade de acesso (Meyer *et al.* 2016; Di Marco *et al.* 2017; Hortal *et al.* 2015). No entanto, essa distribuição está longe de ser equilibrada, pois existe uma forte concentração de estudos em apenas alguns municípios, enquanto a grande maioria das cidades foram visitadas raramente, apenas uma ou duas vezes.

Essa tendência fica ainda mais clara quando olhamos para a super-representação de cidades específicas. Quando um mesmo local é estudado repetidas vezes, a chance de registrarmos um maior número de espécies aumenta naturalmente (Gotelli & Colwell, 2001; Magurran, 2004). Portanto, parte da riqueza biológica atribuída ao bioma pode ser reflexo da intensidade das investigações científicas naquela área. Um exemplo dessa desigualdade é a cidade de Uberlândia (Cerrado), que concentra uma parcela expressiva das pesquisas e dos registros de plantas com NEFs no Brasil. Esse destaque regional contribui de forma decisiva para a concentração de dados que observamos, tanto na quantidade de estudos quanto na riqueza de espécies documentada. Esse resultado reforça que a parte da grande diversidade atribuída o Cerrado pode estar ligada ao fato de o esforço de pesquisa estar focado em pontos específicos do mapa. A forte concentração de estudos em Uberlândia também pode ser explicada pela presença de importantes centros de pesquisa na região. Essa proximidade facilita o acesso aos

locais de coleta e favorece repetição de amostras ao longo dos anos, criando um histórico sólido de dados.

Dessa forma, não podemos concluir que o elevado número de registros no Cerrado se deve apenas a uma maior abundância de plantas com NEFs. É evidente que boa parte desse padrão é reflexo direto de quanto e de há quanto tempo as investigações científicas foram realizadas no bioma ao longo dos anos.

### **Conclusão e Direções Futuras**

Este estudo demonstrou que a predominância do Cerrado nas pesquisas sobre plantas com nectários extraflorais no Brasil não pode ser explicada apenas por fatores biológicos, como sua alta biodiversidade. Na realidade, esse padrão é resultado, em grande parte, de um longo histórico de investimentos científicos e da tendência de se realizar pesquisas em locais de fácil acesso, geralmente próximos aos centros acadêmicos. O cenário observado é, em grande parte, resultado de uma logística de pesquisa que historicamente prioriza áreas de fácil acesso e polos acadêmicos já consolidados. No entanto, para avançar na compreensão das interações entre formigas e plantas com nectários extraflorais, torna-se essencial descentralizar esses estudos. Ao direcionar o olhar científico para regiões ainda pouco exploradas, não apenas reduzimos lacunas históricas de conhecimento, mas também construímos uma base científica mais representativa e mais fiel à diversidade ecológica presente no território brasileiro.

Fica evidente que há uma distribuição desigual das pesquisas no Brasil. Enquanto algumas regiões, como o Cerrado, recebem grande atenção, outras permanecem pouco exploradas, o que limita a compreensão real das diversidades e das interações ecológicas no país. Além disso, a repetição de estudos em determinados municípios contribui para o aumento do número de espécies nesses locais, reforçando a ideia de que o conhecimento atual reflete mais onde se pesquisa, do que, necessariamente, onde a biodiversidade é maior. Portanto, levar as pesquisas para além das áreas já conhecidas, ampliando os estudos em biomas e regiões ainda subamostradas, é fundamental para reduzir os vieses espaciais e construir uma compreensão mais realista e equilibrada da distribuição das plantas com nectários extraflorais e de suas interações ecológicas no Brasil. Somente com uma distribuição mais equilibrada do esforço científico será possível compreender de forma mais precisa os padrões ecológicos associados a essas interações, reduzindo lacunas históricas de conhecimento e fortalecendo bases científicas mais consistentes para a conservação da biodiversidade brasileira. Investir em áreas ainda

pouco estudadas é essencial para reduzir as lacunas de conhecimento e permitir uma visão mais completa e equilibrada das plantas com NEFs e de suas interações com formigas.

## Referências

ALENCAR, C. L. D. S.; Nogueira, A.; Vicente, R. E.; Coutinho, Í. A. C. Plant species with larger extrafloral nectaries produce better quality nectar when needed and interact with the best ant partners. *Journal of Experimental Botany*, v. 74, p. 4613–4627, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jxb/erad160>.

ANTONELLI, A.; Ariza, M.; Albert, J.; Andermann, T.; Azevedo, J.; Bacon, C.; Faurby, S.; Guedes, T.; Hoorn, C.; Lohmann, L. G.; Matos-Maraví, P.; Ritter, C. D.; Sanmartín, I.; Silvestro, D.; Tejedor, M.; ter Steege, H.; Tuomisto, H.; Werneck, F. P.; Zizka, A.; Edwards, S. V. Conceptual and empirical advances in neotropical biodiversity research. *PeerJ*, v. 6, e5644, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.5644>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Biomass e ecossistemas*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomass/biomass-e-ecossistemas/biomass-e-ecossistemas>. Acesso em: 25 jun. 2026.

BARBOSA, V. D. C.; Bächtold, A.; Del-Claro, K.; Silva, E. A. Extrafloral nectary plants in Brazilian biomes: dominance of Cerrado and Fabaceae. *Flora*, v. 323, art. 152668, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2024.152668>.

BECK, J.; Bolliger, M.; Erhardt, A.; Schwanghart, W. Spatial bias in the GBIF database and its effect on modeling species' geographic distributions. *Ecological Informatics*, v. 19, p. 10–15, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2013.11.002>.

BENTLEY, B. Heterostyly in *Turnera trioniflora*, a roadside weed of the Amazon Basin. *Biotropica*, v. 11, n. 1, p. 11–17, 1979.

CÂMARA, T.; Almeida, W. R.; Tabarelli, M.; Andersen, A. N.; Leal, I. R. Habitat fragmentation, EFN-bearing trees and ant communities: ecological cascades in Atlantic Forest of northeastern Brazil. *Austral Ecology*, v. 42, n. 1, p. 31–39, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/aec.12393>.

CHAO, A.; Gotelli, N. J.; Hsieh, T. C.; Sander, E. L.; Ma, K. H.; Colwell, R. K.; Ellison, A. M. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, v. 84, n. 1, p. 45–67, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>.

COSTA-SILVA, V. M.; Porto, G. F.; Vázquez-González, C.; Calixto, E. S.; Moreira, X.; Del-Claro, K. Complex interactions in ant–plant mutualisms: the role of multiple ant food resources in mediating plant defence, pollination and fitness in a tropical shrub. *Ecological Entomology*, v. 50, n. 6, p. 1137–1147, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/een.70004>.

DÁTTILO, W.; Guimarães Jr., P. R.; Izzo, T. J. Spatial structure of ant–plant mutualistic networks. *Oikos*, v. 122, n. 11, p. 1643–1652, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00562.x>.

DEL-CLARO, K.; Berto, V.; Réu, W. Effect of herbivore deterrence by ants on the fruit set of an extrafloral nectary plant, *Qualea multiflora* (Vochysiaceae). *Journal of Tropical Ecology*, v. 12, n. 6, p. 887–892, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0266467400010142>.

DEL-CLARO, K.; Torezan-Silingardi, H. M.; Vilela, A. A.; Guimarães, E. Loss and gains in ant–plant interactions mediated by extrafloral nectar: fidelity, cheats, and lies. *Insectes Sociaux*, v. 63, n. 2, p. 207–221, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00040-016-0466-2>.

DEL-CLARO, K. Multitrophic relationships, conditional mutualisms, and the study of interaction biodiversity in tropical savannas. *Neotropical Entomology*, v. 33, n. 6, p. 665–672, 2004.

DEL-CLARO, K.; Marquis, R. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.12227>.

DI MARCO, M.; Chaudhary, A.; Brooks, T. M.; Butchart, S. H. M.; Collins, S.; Joppa, L.; Jones, J. P. G.; McGowan, P. J. K.; Pimm, S. L.; Schipper, J.; Venter, O.; Watson, J. E. M. Changing trends and persisting biases in three decades of conservation science. *Global Ecology and Conservation*, v. 10, p. 32–42, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.01.008>.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; Siqueira, T.; Bini, L. M.; Rangel, T. F. V. B.; Hawkins, B. A. Macroecological links between the Linnean, Wallacean, and Darwinian shortfalls. *Frontiers of Biogeography*, v. 15, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21425/F5FBG59566>.

DORMANN, C. F.; McGlothlin, J. W.; Araújo, M. B.; Bivand, R.; Bolliger, J.; Carl, G.; Davies, R. G.; Hirzel, A.; Jetz, W.; Kissling, W. D.; Kuhn, I.; Ohlemuller, R.; Peres-Neto, P. R.; Reineking, B.; Schröder, B.; Schurr, F. M.; Wilson, R. Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. *Ecography*, v. 30, p. 609–628, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05171.x>.

GROSSMAN, G. D.; DeVries, D. R. Authorship decisions in ecology, evolution, organismal biology and natural resource management: who, why, and how. *Animal Biodiversity and Conservation*, v. 42, n. 2, p. 337–346, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.32800/abc.2019.42.0337>.

GUIMARÃES JR., P. R.; Rico-Gray, V.; Reis, S. F.; Thompson, J. N. Asymmetries in specialization in ant–plant mutualistic networks. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 273, p. 2041–2047, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3548>.

GUIMARÃES JR., P. R. The structure of ecological networks across levels of organization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 51, p. 433–460, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-012220-120819>.

GOTELLI, N. J.; Colwell, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, v. 4, n. 4, p. 379–391, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x>.

HORTAL, J.; De Bello, F.; Diniz-Filho, J. A. F.; Lewinsohn, T. M.; Lobo, J. M.; Ladle, R. J. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 46, p. 523–549, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400>.

HUGHES, A. C.; Orme, C. D. L.; MacGregor, C. J.; Kearney, M. R.; Rahbek, C.; Davies, R. G.; Jetz, W. Sampling biases shape our view of the natural world. *Ecography*, v. 44, n. 9, p. 1259–1269, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ecog.05926>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Macrocaracterização dos recursos naturais do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/24252-macrocaracterizacao-dos-recursos-naturais-do-brasil.html>. Acesso em: 29 jun. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Cidades e Estados: Brasil – Panorama*. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 25 jun. 2026.

JUÁREZ-JUÁREZ, B.; Dáttilo, W.; Moreno, C. E. Synthesis and perspectives on the study of ant–plant interaction networks: a global overview. *Ecological Entomology*, v. 48, n. 3, p. 269–283, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/een.13227>.

LEAL, L.; Andersen, A.; Leal, I. R. Disturbance winners or losers? Plants bearing extrafloral nectaries in Brazilian Caatinga. *Biotropica*, v. 47, n. 4, p. 468–474, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.12230>.

LOGAN, J. M.; Bean, S. B.; Myers, A. E. Author contributions to ecological publications: what does it mean to be an author in modern ecological research? *PLoS ONE*, v. 12, n. 6, e0179956, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179956>.

MACHADO SILVA, K. M.; Souza Lima Laia, I. C.; Lima Júnior, O. R.; Botelho de Almeida, P. J.; Ramos Alves, D.; Rocha Barbosa, R.; Barbosa Vargas, A. Riqueza de formigas em um fragmento florestal e suas relações com o ecossistema. *Tudo é Ciência: Congresso Brasileiro de Ciências e Saberes Multidisciplinares*, n. 4, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.47385/tudoeciencia.2620.2025>.

MAGURRAN, A. E. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 256 p.

MEYER, C.; Kreft, H.; Guralnick, R.; Jetz, W. Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. *Nature Communications*, v. 6, e8221, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ncomms9221>.

MEYER, C.; Weigelt, P.; Kreft, H. Multidimensional biases, gaps and uncertainties in global plant occurrence information. *Ecology Letters*, v. 19, p. 992–1006, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ele.12624>.

MIRANDA, P. N.; Del-Claro, K.; Lange, D.; Torezan-Silingardi, H. M. The dilemma of binary or weighted data in interaction networks. *Ecological Complexity*, v. 38, p. 1–10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2018.12.006>.

MIRANDA, P. N.; Del-Claro, K.; Torezan-Silingardi, H. M.; Calixto, E. S. Structural stability of ant–plant mutualistic networks mediated by extrafloral nectaries: looking at the effects of forest fragmentation in the Brazilian Amazon. *Sociobiology*, v. 69, n. 3, e8261, 2022.

MONIQUE, K.; de Souza, G. R.; Calixto, E. S.; Silva, E. A. Temporal variation in the effect of ants on the fitness of myrmecophilic plants: seasonal effect surpasses periodic benefits. *The*

*Science of Nature*, v. 109, p. 36, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00114-022-01805-w>.

MOHER, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D. G.; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ*, v. 339, b2535, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>.

MOURA, R. F.; Del-Claro, K. Plants with extrafloral nectaries share indirect defenses and shape the local arboreal ant community. *Oecologia*, v. 201, n. 1, p. 73–82, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00442-022-05286-6>.

NOGUEIRA, A.; Baccaro, F. B.; Leal, L. C.; Rey, P. J.; Lohmann, L. G.; Bronstein, J. L. Variation in the production of plant tissues bearing extrafloral nectaries explains temporal patterns of ant attendance in Amazonian understory plants. *Journal of Ecology*, v. 108, p. 1578–1591, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13340>.

OLIVER, R. Y.; Meyer, C.; Ranipeta, A.; Winner, K.; Jetz, W. Global and national trends, gaps, and opportunities in documenting and monitoring species distributions. *PLoS Biology*, v. 19, n. 8, e3001336, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001336>.

OLIVEIRA, P. S.; Silva, A. F.; Martins, A. B. Ant foraging on extrafloral nectaries of *Qualea grandiflora* (Vochysiaceae) in cerrado vegetation: ants as potential antiherbivore agents. *Oecologia*, v. 74, n. 2, p. 228–230, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00379363>.

OLIVEIRA, P. S.; Freitas, A. V. L. Ant–plant–herbivore interactions in the neotropical cerrado savanna. *Naturwissenschaften*, v. 91, p. 557–570, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0585-x>

OLIVEIRA, P. S. The ecological role of extrafloral nectaries. *Annals of Botany*, v. 104, n. 5, p. 845–857, 2009.

OLIVEIRA, P. S.; Rico-Gray, V. *The ecology and evolution of ant–plant interactions*. Chicago: University of Chicago Press, 2007. 331 p.

OLIVEIRA, F. M. P.; Câmara, T.; Durval, J. I. F.; Oliveira, C. L. S.; Arnan, X.; Andersen, A. N.; Ribeiro, E. M. S.; Leal, I. R. Plant protection services mediated by extrafloral nectaries decline with aridity but are not influenced by chronic anthropogenic disturbance in Brazilian Caatinga. *Journal of Ecology*, v. 109, n. 1, p. 260–272, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13469>.

OVERBECK, G. E.; Müller, S. C.; Fidelis, A.; Pfadenhauer, J.; Pillar, V. D.; Blanco, C. C.; Boldrini, I. I.; Both, R.; Forneck, E. D. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 9, n. 2, p. 101–116, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2007.07.005>.

PAGE, M. J.; McKenzie, J. E.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C. D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J. M.; Akl, E. A.; Brennan, S. E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J. M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M. M.; Li, T.; Loder, E. W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuinness, L. A.; Stewart, L. A.; Thomas, J.; Tricco, A. C.; Welch, V. A.; Whiting, P.; Moher, D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, n71, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.

PORTO, G. F.; Pezzonia, J. H.; Del-Claro, K. Extrafloral nectary-bearing plants recover ant association benefits faster and more effectively after frost-fire events than frost. *Plants*, v. 12, n. 20, e3592, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants12203592>.

R CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Version 4.5.1. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 29 jun. 2026.

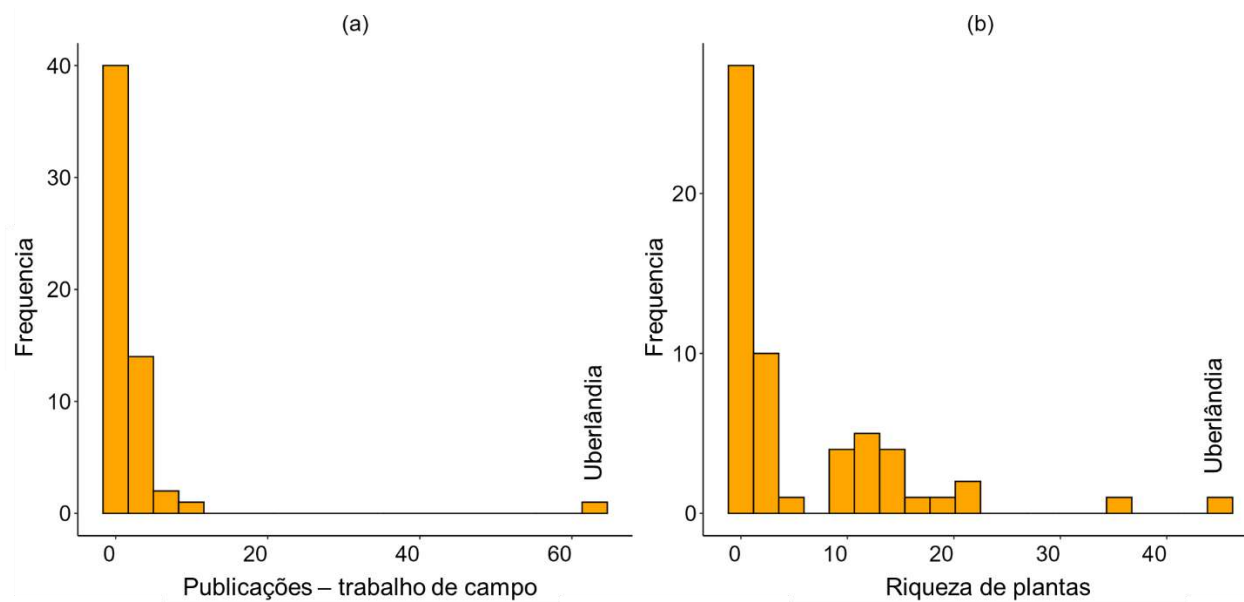
RIBEIRO, L. F.; Solar, R. R. C.; Muscardi, D. C.; Schoereder, J. H.; Andersen, A. N. Extrafloral nectar as a driver of arboreal ant communities at the site-scale in Brazilian savanna. *Austral Ecology*, v. 43, n. 6, p. 672–680, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/aec.12612>.

ROCCHINI, D.; Tordoni, E.; Marchetto, E.; Marcantonio, M.; Barbosa, A. M.; Bazzichetto, M.; Beierkuhnlein, C.; Castelnovo, E.; Cazzolla Gatti, R.; Chiarucci, A.; Chieffallo, L.; Da Re, D.; Di Musciano, M.; Foody, G. M.; Gabor, L.; Garzon-Lopez, C. X.; Guisan, A.; Hattab, T.; Hortal, J.; Kunin, W. E.; Jordán, F.; Lenoir, J.; Mirri, S.; Moudrý, V.; Naimi, B.; Nowosad, J.; Sabatini, F. M.; Schweiger, A. H.; Šímová, P.; Tassarolo, G.; Zannini, P.; Malavasi, M. A quixotic view of spatial bias in modelling the distribution of species and their diversity. *npj Biodiversity*, v. 2, n. 1, art. 10, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s44185-023-00014-6>.

SILVA, A. V.; Nogueira, A.; Bronstein, J. L.; Rey, P. J.; Leal, L. C. Ants on flowers: protective ants impose a low but variable cost to pollination, moderated by location of extrafloral nectaries and type of flower visitor. *Journal of Ecology*, v. 113, p. 2187–2198, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.70087>.

THATJE, S. Reaching out for scientific legacy: how to define authorship in academic publishing. *The Science of Nature*, v. 103, art. 10, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00114-016-1335-6>.

VELLEND, M. *The Theory of Ecological Communities*. Princeton: Princeton University Press, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/9781400883790>.

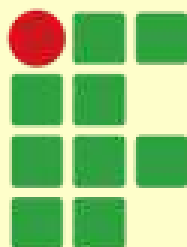
**Material Suplementar 1**

Histograma mostrando **(a)** a distribuição de publicações em relação ao local/cidade onde o trabalho de campo foi realizado; e **(b)** a riqueza de plantas em relação às cidades

# **CERRADO:** **UM MUNDO DE PLANTAS**



**COM UM TOQUE DOCE E MISTERIOSO!**



# PPGCRENAC

## INSTITUTO FEDERAL

Goiano

Campus  
Urutaí

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Goiano - Campus Urutaí  
Programa de Pós-Graduação em Conservação de  
Recursos Naturais do Cerrado

**Produto Técnico Tecnológico - PTT relativo à  
dissertação intitulada: "Por que o Cerrado é  
super-representado em estudos de plantas  
com nectários extraflorais?"**

**Mestranda: Patrícia Oliveira Paiva**

### **Autores**

- **Patricia Oliveira Paiva**
- **Gabriela Costa Ribeiro**
- **Michelly Carla Ferreira Silva**
- **Estevão Alves da Silva**

# APRESENTAÇÃO



Você já imaginou uma planta que contrata seguranças particulares? E que esses seguranças têm seis pernas, antenas e vivem em colônias organizadas?



Pois é, no incrível mundo da natureza, até as plantas desenvolveram estratégias surpreendentes para sobreviver – e uma delas é fazer amizade com formigas!

Neste livreto, vamos acompanhar uma conversa divertida e curiosa entre uma menina e seu professor, que transforma uma simples folha encontrada no pátio da escola em uma porta de entrada para o fascinante universo das interações entre plantas e insetos.

Prepare-se para descobrir como algumas plantas oferecem docinhos em troca de proteção, e como formigas, que às vezes consideramos apenas um incômodo na cozinha, podem ser verdadeiras guerreiras do mundo vegetal.



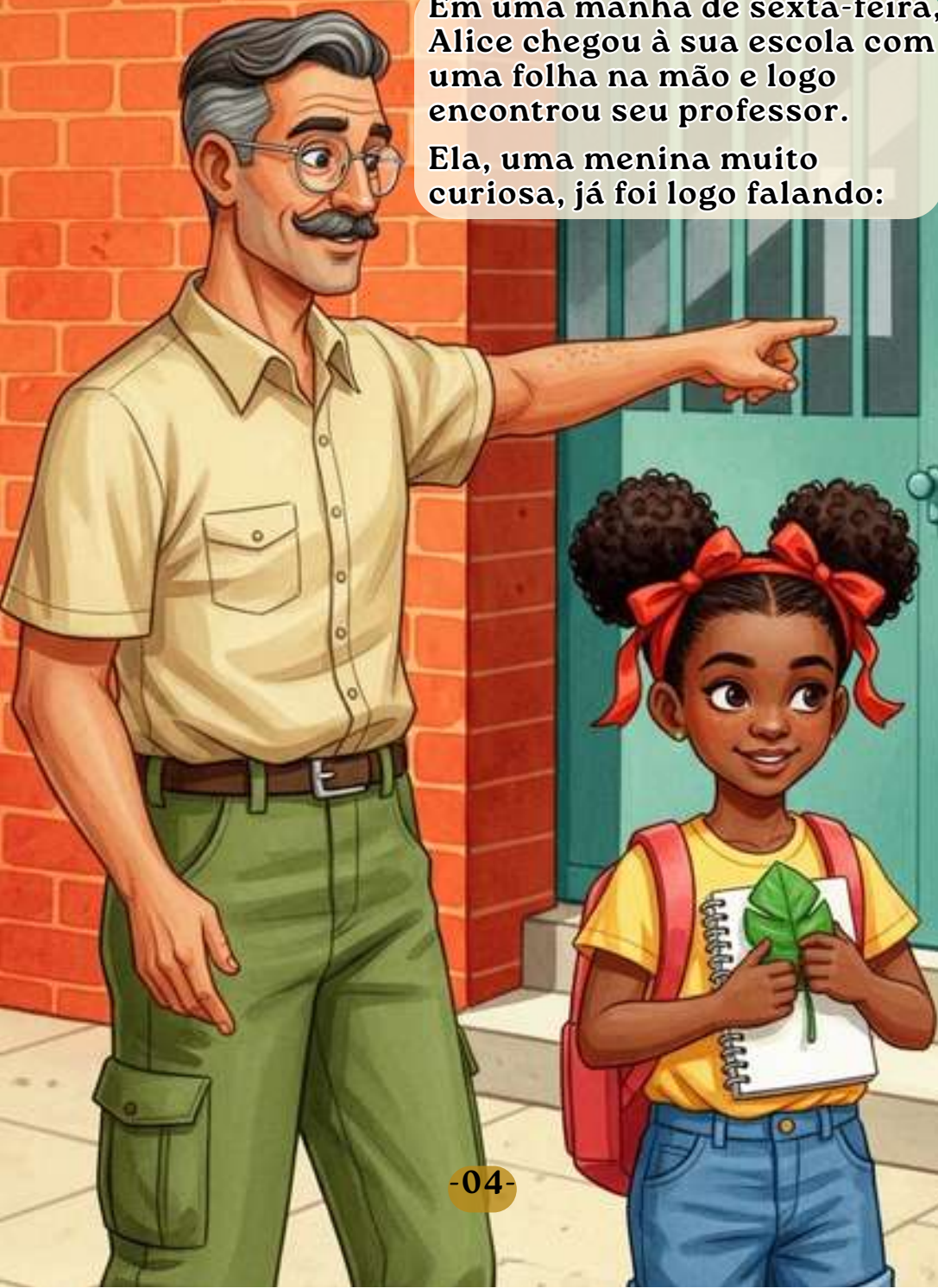
A aventura começa com uma folha misteriosa..

Vamos juntos desvendar seus segredos?



Em uma manhã de sexta-feira,  
Alice chegou à sua escola com  
uma folha na mão e logo  
encontrou seu professor.

Ela, uma menina muito  
curiosa, já foi logo falando:





– Professor, essa folha tem duas bolinhas. Por que ela é diferente das outras que eu conheço?

– Que interessante, você encontrou uma folha muito especial!



– Como assim, professor?

– Essa folha é de uma planta que tem guarda-costas.



Estas são as  
“bolinhas” nas  
folhas

## NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS



– Uma planta que tem pessoas cuidando dela?



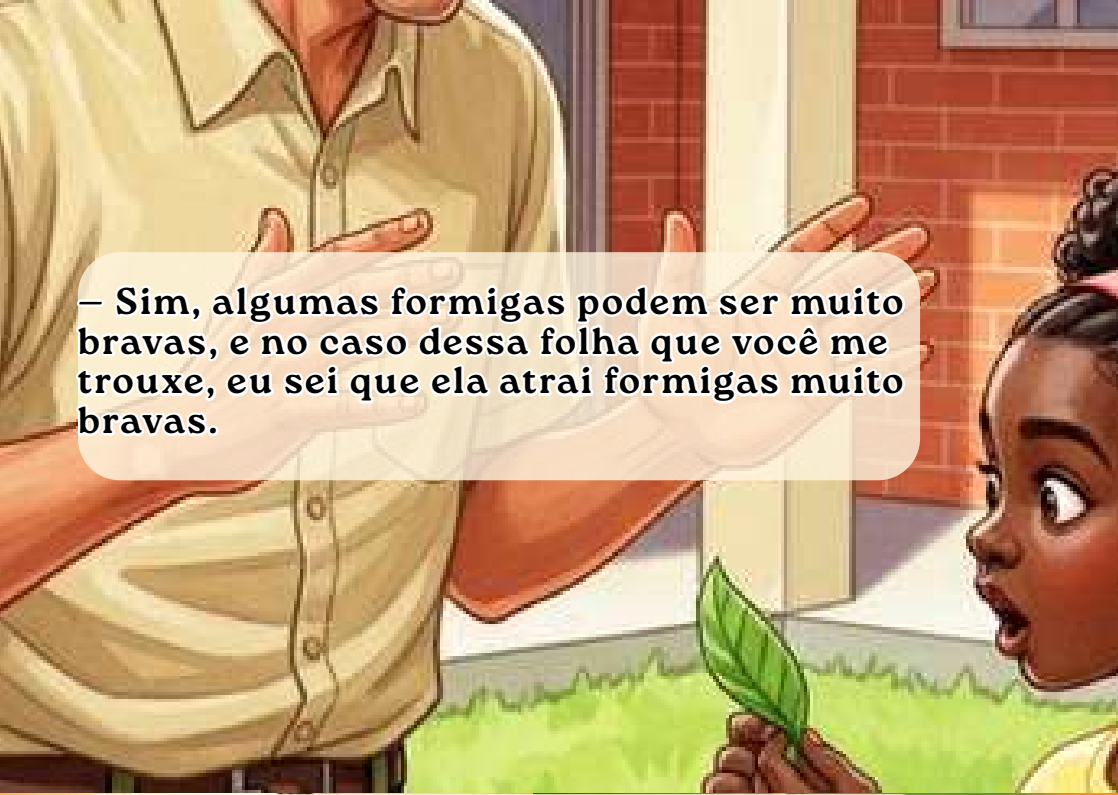
– Nesse caso não são pessoas, e sim insetos bem bravos, as FORMIGAS!



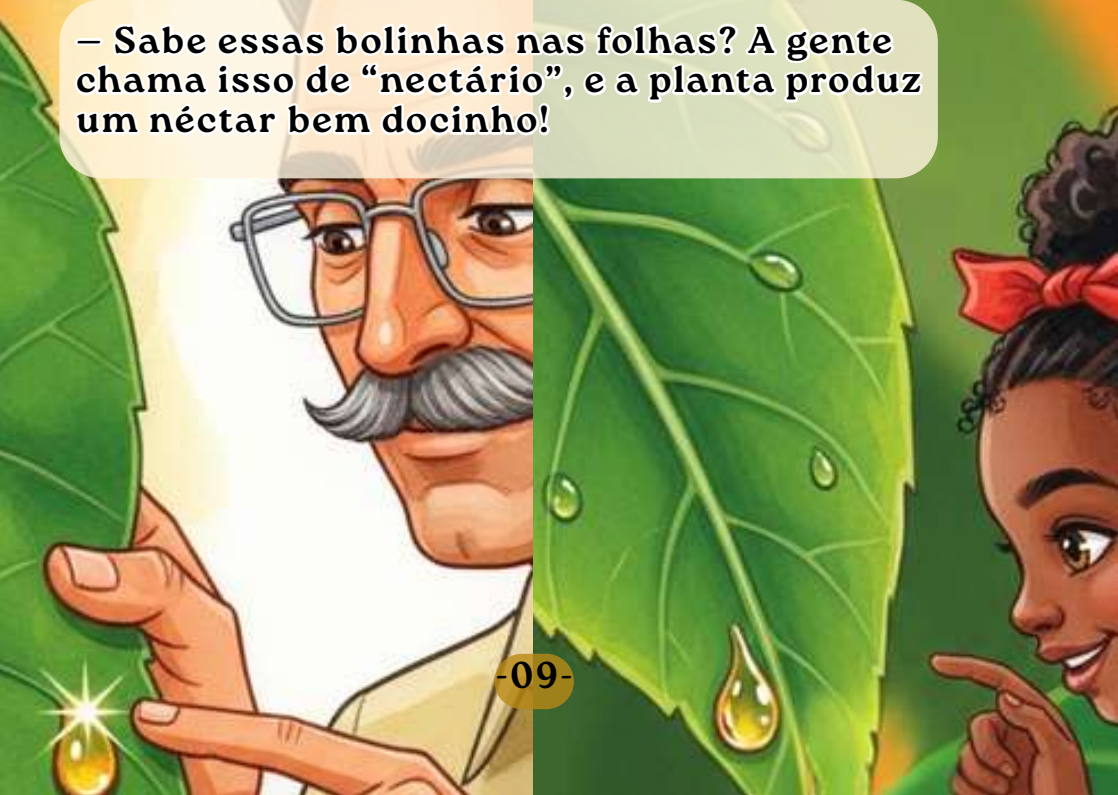


**Alice continuou perguntando:**

**– Mas como formigas podem ser guarda-costas? Formigas comem as plantas! Na roça do meu avô as formigas vivem comendo nossas plantas, e tem umas que mordem a gente.**



– Sim, algumas formigas podem ser muito bravas, e no caso dessa folha que você me trouxe, eu sei que ela atrai formigas muito bravas.



– Sabe essas bolinhas nas folhas? A gente chama isso de “nectário”, e a planta produz um néctar bem docinho!



Alice bem entusiasmada fala: – É o néctar que as abelhas gostam!

**NO**

– Nesse caso não, esse néctar não é para as abelhas, e sim para as formigas.

– Sim, elas adoram. E quando a planta libera o açúcar, as formigas sempre vão lá se alimentar.

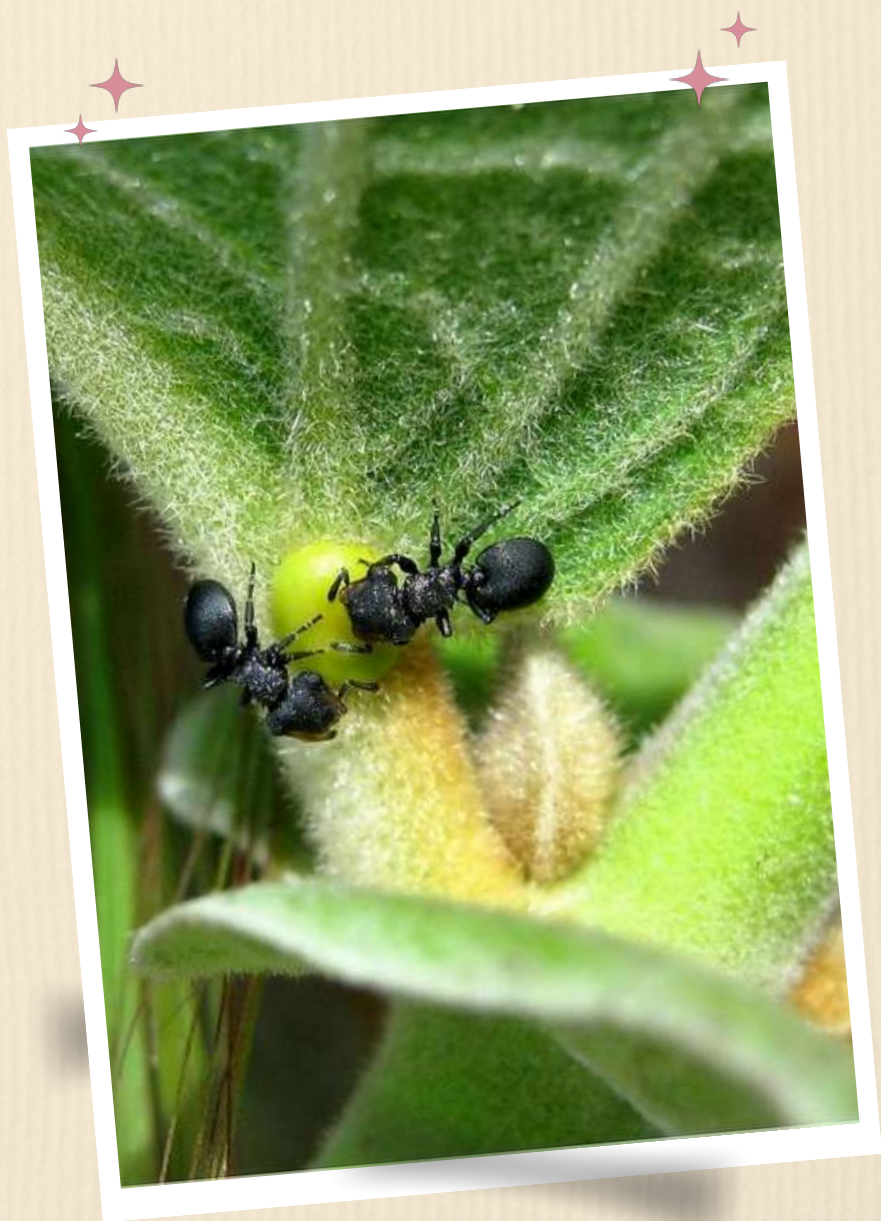
– Ah lembrei que lá em casa sempre tem formiga no açúcar. Essas formigas que o senhor está falando também gostam de açúcar?

Nectários  
extraflóricos

Gotinhas de açúcar



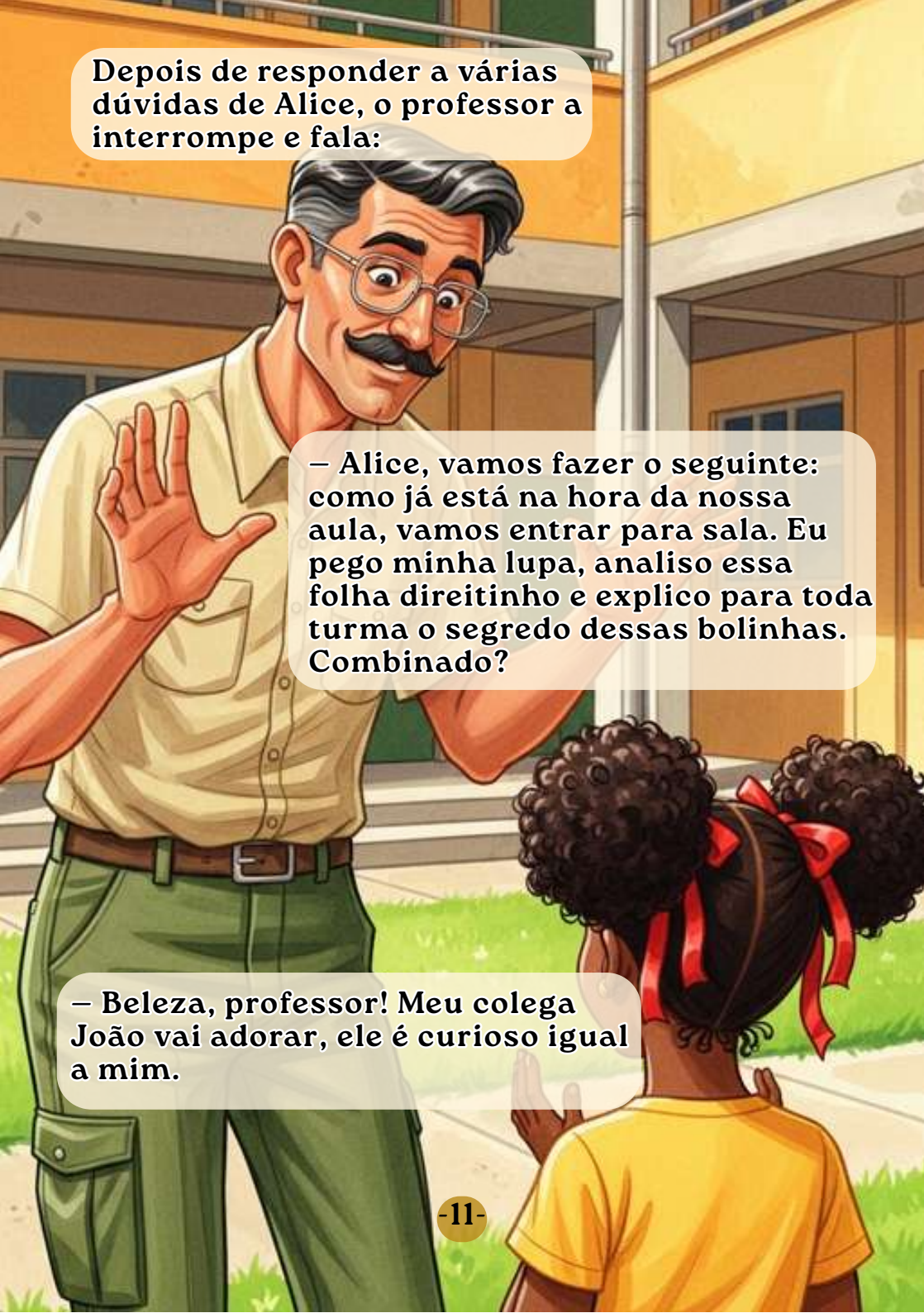
*E QUEM GOSTA DE ACÚCAR?  
AS FORMIGAS!*



# FORMIGAS ADORAM O NÉCTAR EXTRAFLOREAL



E NO CERRADO TEMOS  
CENTENAS DE ESPÉCIES QUE  
PRODUZEM ESSE NÉCTAR



Depois de responder a várias dúvidas de Alice, o professor a interrompe e fala:

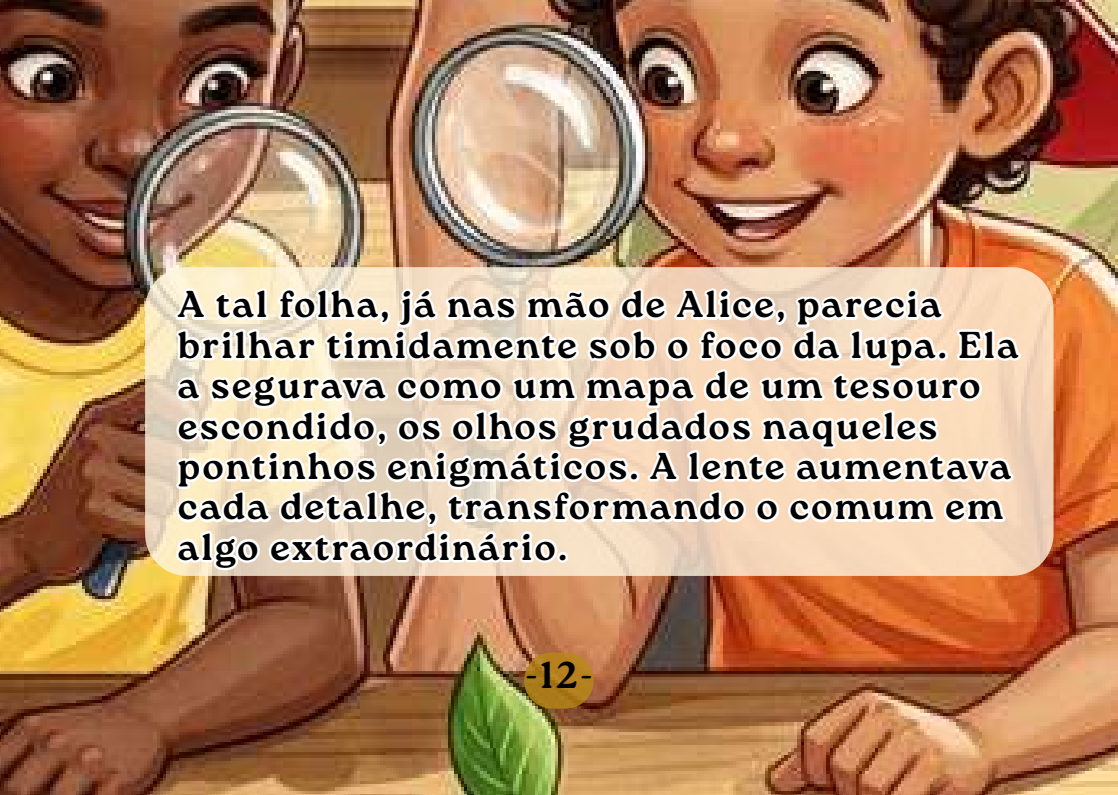
– Alice, vamos fazer o seguinte: como já está na hora da nossa aula, vamos entrar para sala. Eu pego minha lupa, analiso essa folha direitinho e explico para toda turma o segredo dessas bolinhas. Combinado?

– Beleza, professor! Meu colega João vai adorar, ele é curioso igual a mim.



Assim que adentraram a sala, uma energia diferente pairava no ar.

Era como se um segredo estivesse prestes a ser revelado!



A tal folha, já nas mãos de Alice, parecia brilhar timidamente sob o foco da lupa. Ela a segurava como um mapa de um tesouro escondido, os olhos grudados naqueles pontinhos enigmáticos. A lente aumentava cada detalhe, transformando o comum em algo extraordinário.



A turma toda prendia a respiração, mas a curiosidade de Alice era uma faísca que precisava incendiar a resposta.

– Professor!  
ela soltou quase sem fôlego:  
– Dá pra ver alguma coisa?

A pergunta ecoou pela sala, misturando mistério e uma boa dose de imaginação.



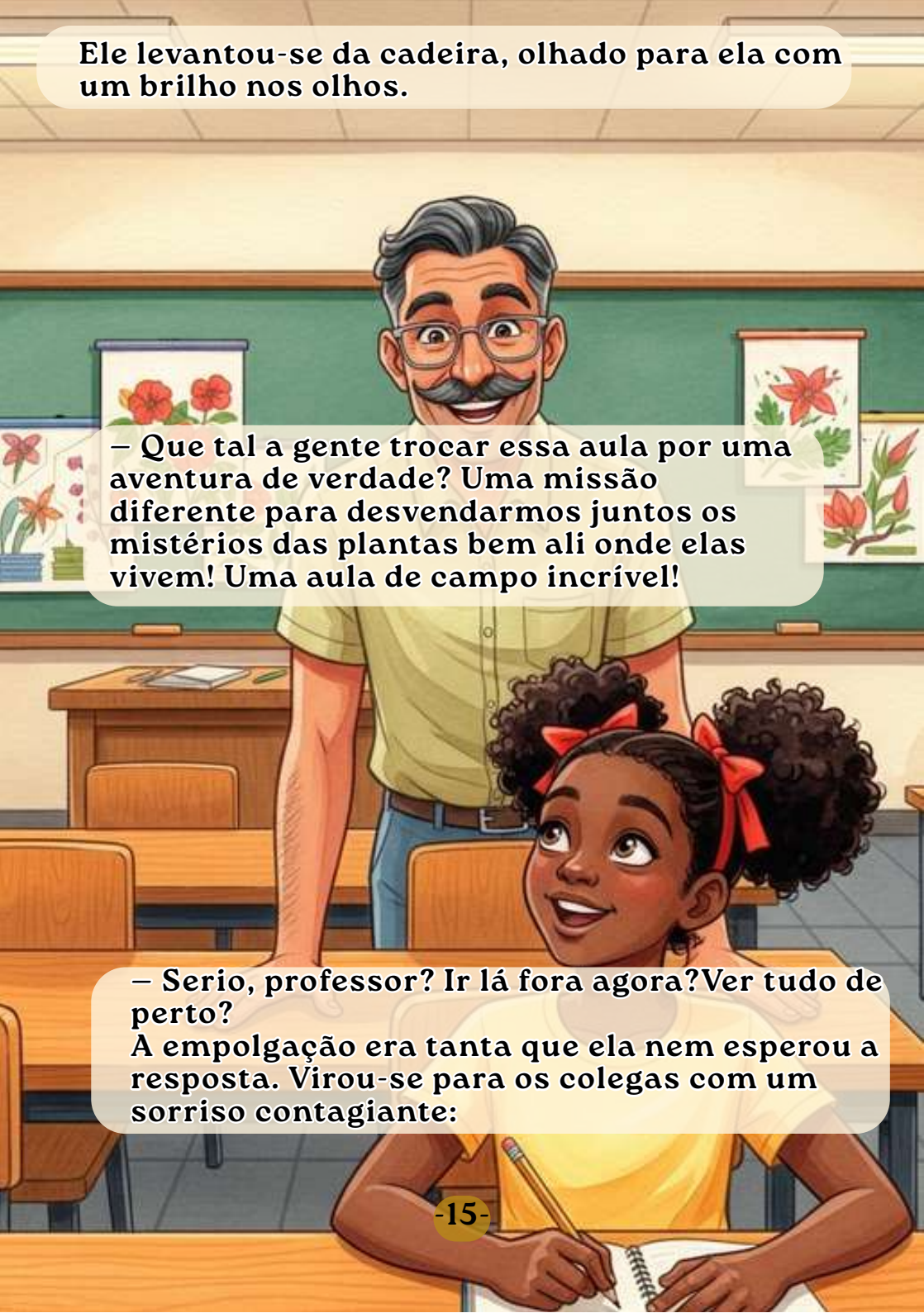
O professor soltou um “hum” pensativo, como se estivesse desvendando um enigma complexo.

– Alice, Alice... Começou com um sorriso misterioso...



– Eu só estava dando um ‘zoom’ nos segredos que já te contei lá fora. Mas essa curiosidade turbinada acabou de me dar uma ideia explosiva!

**Ele levantou-se da cadeira, olhado para ela com um brilho nos olhos.**



**– Que tal a gente trocar essa aula por uma aventura de verdade? Uma missão diferente para desvendarmos juntos os mistérios das plantas bem ali onde elas vivem! Uma aula de campo incrível!**

**– Serio, professor? Ir lá fora agora? Ver tudo de perto?**  
**A empolgação era tanta que ela nem esperou a resposta. Virou-se para os colegas com um sorriso contagiante:**

– Gente, gente! Imagina só!  
A gente vai ser tipo detetives das plantas! Vamos descobrir todos os segredos dessas bolinhas misteriosas e de um monte de outras coisas incríveis! Quem topa essa super aventura com o professor?

Em segundos, a sala se encheu de um burburinho animado...

“– Quando a gente vai?”

“– Demais”

“– Eu topo!”

A ideia do professor tinha acendido uma chama de curiosidade e aventura em cada um. A aula de hoje tinha acabado de se transformar em algo muito, muito mais emocionante.



A aventura começou ! Logo de cara, a Alice viu uma plantinha que tinha uma folha com duas bolinhas nela.

– Olha essa planta! Tem duas bolinhas em cima.

O professor, aproximando-se ao ouvir a exclamação de Alice:

– Olha só que legal, pessoal! Cheguem mais perto! Essa plantinha tem umas bolinhas especiais chamadas nectários extraflorais.



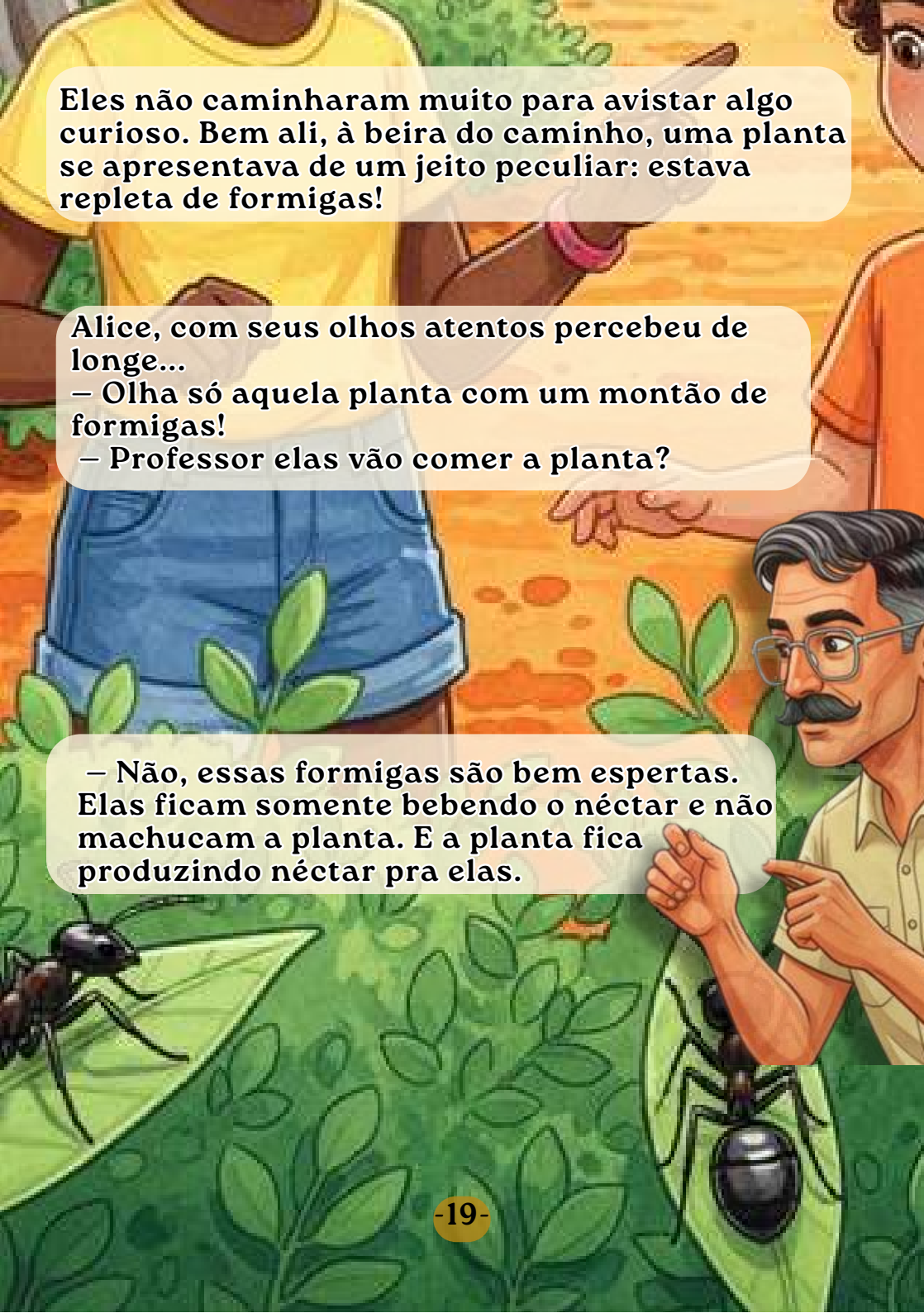


– Nectários extraflorais?  
Igual naquela folha que eu  
te mostrei hoje mais cedo?

– Sim, Alice, igualzinho.

– Será se tem formigas nela?

– Se não estiver, vamos atrás de outra. Quero  
mostrar pra vocês de perto a interação fascinante  
entre as plantas e as formigas.

The background illustration shows a scene in a field. On the left, a person in a yellow shirt and blue shorts is partially visible. On the right, a man with a mustache and glasses, wearing a light-colored shirt, is looking towards the left. In the foreground, there are green plants with large leaves. Two large black ants are visible on the leaves: one on the left and one on the right. The overall scene is set in a natural, outdoor environment with a warm, orange-toned ground.

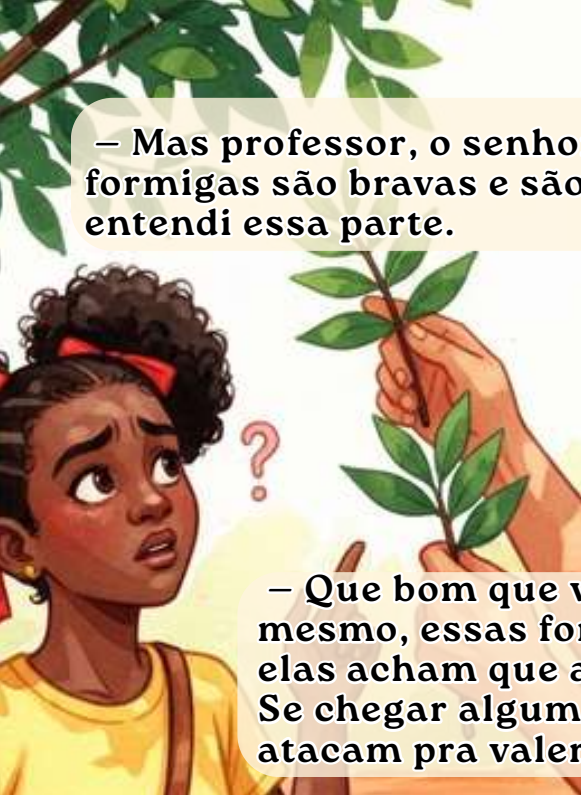
Eles não caminharam muito para avistar algo curioso. Bem ali, à beira do caminho, uma planta se apresentava de um jeito peculiar: estava repleta de formigas!

Alice, com seus olhos atentos percebeu de longe...

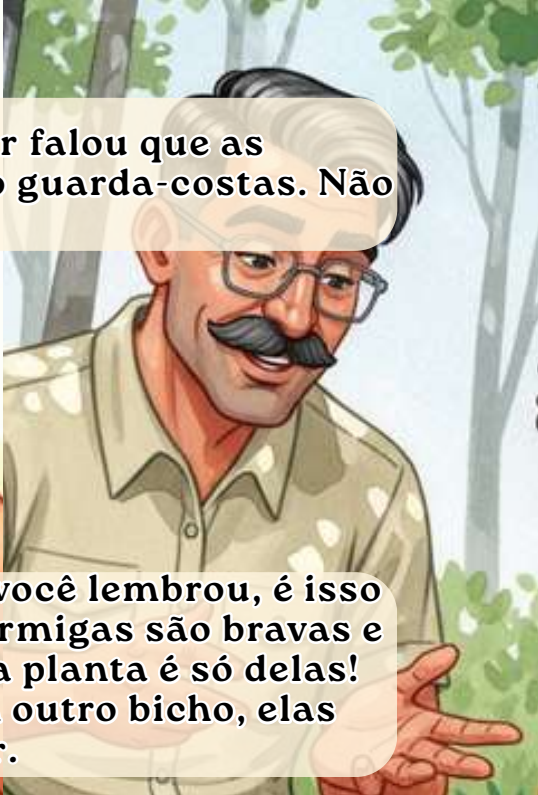
– Olha só aquela planta com um montão de formigas!

– Professor elas vão comer a planta?

– Não, essas formigas são bem espertas. Elas ficam somente bebendo o néctar e não machucam a planta. E a planta fica produzindo néctar pra elas.



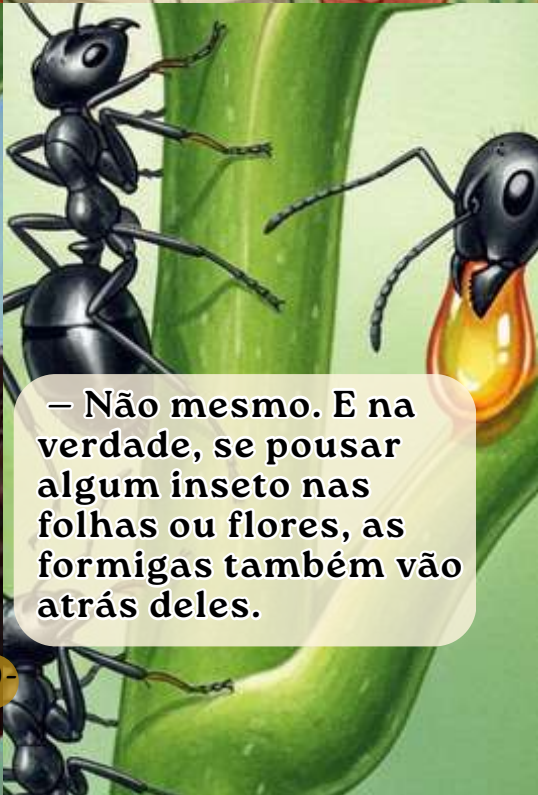
– Mas professor, o senhor falou que as formigas são bravas e são guarda-costas. Não entendi essa parte.



– Que bom que você lembrou, é isso mesmo, essas formigas são bravas e elas acham que a planta é só delas! Se chegar algum outro bicho, elas atacam pra valer.



– Então elas não deixam nenhum outro inseto beber esse tal “néctar?”



– Não mesmo. E na verdade, se pousar algum inseto nas folhas ou flores, as formigas também vão atrás deles.

An illustration of a man with a mustache and glasses, wearing a light-colored shirt, gesturing with his hands while talking to a young girl. The girl has curly hair and is wearing a yellow shirt with a red heart. They are standing in a field of green plants with several large black ants crawling on them. The background shows a warm, orange-toned sky and trees.

– E se eu encostar numa planta dessas com formigas?

– Bom, acho que elas vão subir em você hehe!

– Então vou ficar mais esperta com essas plantas.

An illustration of a young girl with dark skin and hair, wearing a yellow shirt, and an older man with a mustache, wearing a light-colored shirt. They are both looking down at a plant with green leaves and orange flowers. On the plant, there is a large black ant holding a yellow drop of liquid, a blue beetle, and a green caterpillar.

– Essa é ideia mesmo. Se os insetos na natureza quiserem comer as folhas dessa planta, vão acabar sendo atacados.

– Mas quais insetos comem as plantas? As borboletas comem plantas?

– As borboletas não, mas as lagartinhas sim. E tem outros como os grilos e os besouros. A gente chama eles de herbívoros!

A aventura da turma continuou pelo campo, e de repente...

– Ah então as formigas defendem as plantas desses herbívoros?

– Sim, exatamente. E o que as formigas ganham com isso?

– O senhor mesmo falou, elas ganham o açúcar da planta. Se os besouros comerem a planta, as formigas ficam sem o açúcar.

– Isso mesmo!

# Vários insetos comem as plantas



Chamamos  
eles de  
"herbívoros"

E podem  
atacar folhas  
e flores





---

**Ilustrações: Desenvolvidas com Inteligência Artificial (Google Gemini).**  
**Diagramação e Edição: Canva.**