

ECOLOGIA

JOÃO FRANCISCO PONTICELLI TOTTENE

**POLINIZAÇÃO E LIMITAÇÃO POLÍNICA EM
GIRASSÓIS (*Helianthus annuus*) EM PLANTIO
URBANO**



Rio Claro - SP
2025

JOÃO FRANCISCO PONTICELLI TOTTENE

POLINIZAÇÃO E LIMITAÇÃO POLÍNICA EM GIRASSÓIS (*Helianthus annuus*) EM PLANTIO URBANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel em Ecologia.

Orientador(a): Dr. Pedro Joaquim Bergamo

Coorientador(a): Dr. João Carlos de Castro Pena

Rio Claro - SP
2025

T719p

Tottene, João Francisco Ponticelli

Polinização e limitação polínica em girassóis (*Helianthus annuus*) em
plantio urbano / João Francisco Ponticelli Tottene. -- Rio Claro, 2025

35 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ecologia) - Universidade
Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Pedro Joaquim Bergamo

Coorientador: João Carlos de Castro Pena

1. Ecologia de polinização. 2. Polinizadores. 3. Polinização. 4.
Urbanização. 5. Limitação polínica. I. Título.

JOÃO FRANCISCO PONTICELLI TOTTENE

POLINIZAÇÃO E LIMITAÇÃO POLÍNICA EM GIRASSÓIS (*Helianthus annuus*) EM PLANTIO URBANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências, Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel em Ecologia.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Pedro Joaquim Bergamo

Prof. Dr. Ana Cristina Vara Crestani

Prof. Ma. Monize Altomare de Paula

Aprovado em: 07 de novembro de 2025

Assinatura do discente

Assinatura do orientador

Assinatura do coorientador

Dedico à Ecologia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Dr. Pedro Joaquim Bergamo, meu orientador, pela orientação e incentivo durante todo o processo de realização deste trabalho. Ao professor Dr. João Carlos Pena, pelo incentivo e auxílio.

Aos meus familiares pelo suporte educacional ao longo dessa jornada e ao aporte dado além da universidade.

Ao meu namorado Francisco Azevedo Borges por toda a ajuda, incentivo, troca de ideias e companheirismo.

A FAPESP (2023/17971-0) relacionada ao professor Dr. João Carlos Pena que permitiu o uso do material.

A todos que me apoiaram e ouviram ao longo desses anos de aprendizado e estudo, e a parcela da população que, sem saber, financia a pesquisa e a educação pública no Brasil.

RESUMO

A polinização é um serviço ecossistêmico essencial para a reprodução de plantas e a produtividade agrícola, sendo majoritariamente realizada por animais. Cerca de 85% das Angiospermas dependem da polinização biótica. No entanto, a intensificação da urbanização, perda de habitats, monoculturas e mudanças climáticas têm provocado o declínio das populações de polinizadores, afetando diretamente a reprodução das plantas. Em áreas urbanas, diversas espécies acabam sofrendo impactos negativos, comprometendo a polinização e favorecendo a ocorrência de limitação polínica (LP), ou seja, a diferença entre o potencial máximo de reprodução da planta e o que é efetivamente alcançado devido à atividade natural de polinizadores. Isso é especialmente preocupante na agricultura, já que cerca de 35% da produção mundial de alimentos depende dos polinizadores. O girassol (*Helianthus annuus*), altamente dependente de polinização cruzada devido à dicogamia, é um exemplo de cultura potencialmente impactada pela LP. Para avaliar a dependência de polinizador e LP, experimentos de polinização controlada foram realizados em um plantio de girassóis inseridos em um contexto urbano: autopolinização espontânea; polinização natural; e polinização manual cruzada. Ainda, registramos a frequência de visitação dos polinizadores. Os resultados mostram que o girassol é altamente dependente de polinizadores, mas não apresentou limitação polínica no local estudado, provavelmente devido à elevada abundância de *A. mellifera*. Mas, a expressa diversidade de espécies nativas, como *Trigona spinipes* (267 visitas), *Tetragonisca angustula* (114 visitas) e *Melipona spp.* também contribuíram para a ausência de LP. O pico de atividade dos polinizadores ocorreu entre 8:00 e 9:00. O estudo reforça a relevância de áreas urbanas cultivadas para sustentar comunidades de polinizadores e garantir a produtividade agrícola.

Palavras-chave: limitação polínica; ecologia de polinização; agricultura; girassol; urbanização.

ABSTRACT

Pollination is an essential ecosystem service for plant reproduction and agricultural productivity, being predominantly carried out by animals. Approximately 85% of Angiosperms depend on biotic pollination. However, the intensification of urbanization, habitat loss, monocultures, and climate change have led to the decline of pollinator populations, directly affecting plant reproduction. In urban areas, many species are negatively impacted, compromising pollination and favoring the occurrence of pollen limitation (PL), defined as the difference between the maximum potential reproduction of a plant and the reproduction achieved by natural activity of pollinators. This is particularly concerning for agriculture, as about 35% of global food production depends on pollinators. Sunflower (*Helianthus annuus*) is highly dependent on cross-pollination due to dichogamy, is an example of a crop potentially affected by PL. To assess pollinator dependence and PL, controlled pollination experiments were conducted in a sunflower cultivation inserted in an urban context: spontaneous self-pollination, natural pollination, and manual cross-pollination, along with records of pollinator activity and visitation frequency. The results show that sunflowers are highly dependent on pollinators, but no pollen limitation was detected at the study site, probably due to the high abundance of *Apis mellifera*. However, the express diversity of native species, such as *Trigona spinipes* (267 visits), *Tetragonisca angustula* (114 visits) and *Melipona spp.* also contributed to the absence of LP. The peak of pollinator activity occurred between 8:00 and 9:00 a.m. This study reinforces the relevance of cultivated urban areas for sustaining pollinator communities and ensuring agricultural productivity.

Keywords: Pollen limitation; pollination ecology; agriculture; sunflower; urbanization.

Title in English: Pollination and Pollen Limitation in an Urban Sunflower (*Helianthus annuus*) Cultivation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Em amarelo, o limite da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e, em vermelho, o perímetro de plantio dos girassóis (aproximadamente 1.975,35 m ²).....	14
Figura 2 – Capítulo ainda fechado (esquerda) escolhido para integrar tratamento AE, ensacado para isolamento (direita).....	15
Figura 3 - Distribuição de sementes por grupo; Diferença na densidade de sementes entre cada grupo tratamento AE, PN e SM.....	17
Figura 4 - Distribuição da eficiência de polinização entre os tratamentos do plantio de girassol urbano, Rio Claro, SP, Brasil.....	18
Figura 5 - Total de visitas de cada uma das espécies observadas em plantio de girassol urbano, Rio Claro, SP, Brasil.....	19
Figura 6 - Frequência (visita/flor) por horário em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil.....	19
Figura 7 - Preferência de horário por espécie. Número total de visitas de cada espécie observada por horário em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil.....	21
Figura 8 - Variação de visitação entre os dias das 15 espécies mais frequentes em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil.....	21
Figura 9 - Total de cada tipo de recurso coletado em plantio urbano de girassol em Rio Claro, SP, Brasil.....	22

LISTA DE ABREVIATURAS

LP	Limitação Polínica
AE	Autopolinização Espontânea
SM	Suplementação Manual
PN	Polinização Natural
SbN	Soluções baseadas na Natureza

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo gerais.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Local de estudo e espécies analisada.....	14
3.2 Dependência de polinizador e limitação polínica.....	14
3.3 Observação dos visitantes florais.....	16
3.4 Análise de dados.....	16
4 RESULTADOS.....	18
4.1 Limitação polínica.....	18
4.3 Polinização.....	19
5 DISCUSSÃO.....	24
6 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICE A – TABELAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A polinização é um serviço ecossistêmico de extrema importância para a manutenção da biodiversidade, garantindo a reprodução de inúmeras espécies de plantas, a diversidade genética das populações vegetais e a sustentação de redes tróficas (IPBES, 2016). Esse processo pode ocorrer por agentes bióticos (insetos, aves, morcegos e outros animais) ou abióticos, como vento e água (Williams *et al.*, 1991). É estimado que cerca de 87% das espécies de plantas conhecidas dependem em algum grau da polinização biótica (Ollerton *et al.*, 2011; Rech *et al.*, 2014), o que ressalta a importância dos polinizadores para a conservação da diversidade biológica, mas também para a produtividade agrícola, na 70% das culturas depende em algum grau de polinização (IPBES, 2016).

O declínio global das populações de polinizadores tem se configurado como um desafio crítico, com implicações tanto ecológicas quanto econômicas. As principais causas desse declínio incluem perda e fragmentação de habitats, intensificação agrícola, uso de pesticidas, mudanças climáticas e urbanização crescente, frequentemente atuando em sinergia (Goulson *et al.*, 2015; Geslin *et al.*, 2024). Em escala global, a perda de polinizadores compromete diretamente a provisão de serviços ecossistêmicos, reduzindo a reprodução de plantas silvestres e a produção agrícola, o que gera grandes impactos econômicos e na saúde humana (Potts *et al.*, 2010; Artamendi *et al.*, 2024).

No Brasil, por exemplo, o valor econômico anual da polinização para culturas dependentes foi estimado em cerca de US\$12 bilhões, correspondendo a aproximadamente 30% da renda agrícola dessas culturas (Giannini *et al.*, 2015). Estudos de caso reforçam essa dimensão, por exemplo, no cultivo do maracujá (*Passiflora edulis*), a ausência de polinizadores poderia reduzir os lucros dos agricultores em até 58% e aumentar significativamente os custos de produção devido à necessidade de polinização manual (Wolowski *et al.*, 2019).

A urbanização, em particular, exerce forte pressão sobre comunidades de polinizadores. O aumento da impermeabilização do solo, a elevação da temperatura local e a perda da qualidade e disponibilidade de habitats são fatores que reduzem a riqueza e a abundância de espécies (Szabó *et al.*, 2023; Ferreira, 2010; McKinney, 2010). É confirmado que a urbanização afeta negativamente abelhas solitárias e espécies que nidificam no solo, além de favorecer espécies exóticas e generalistas em detrimento das nativas (Fitch *et al.*, 2019; Wenzel *et al.*, 2020; Liang *et al.*, 2023). Além disso, a urbanização pode alterar características funcionais dos polinizadores, tamanho corporal varia com o grau de

urbanização em espécies do gênero *Bombus* na Europa, o que influencia a eficiência de voo e o alcance para forrageamento (Eggenberger *et al.*, 2019; Theodorou *et al.*, 2020a). Trabalhos realizados no Brasil também apontam que espécies de abelhas respondem de maneira diferenciada à urbanização, apresentando variações na abundância, esforço de forrageamento e dinâmica populacional (Cardoso & Gonçalves, 2018), mostrando um cenário de consequências diretas para a agricultura. Além das abelhas, a presença de poluentes comuns presentes em todo o ambiente (solo, água e ar) reduzem a taxa de visitação e abundância de outros polinizadores invertebrados, tais como borboletas, moscas e mariposas (Ryalls *et al.* 2022). Esses organismos são também afetados pela perda de vegetação nativa, aumento de temperatura, superfícies impermeáveis, entre outros (Guenat *et al.*, 2019; Theodorou *et al.*, 2020b; Liang *et al.*, 2023).

Muitas culturas agrícolas apresentam dependência parcial ou total da polinização biótica, e sua produtividade pode ser limitada pela escassez de polinizadores ou pela ineficiência na transferência de pólen, fenômeno conhecido como limitação polínica (LP) (Freitas *et al.*, 2010). A LP ocorre quando a polinização natural não é suficiente para garantir a reprodução máxima que a planta poderia atingir, reduzindo tanto a quantidade quanto a qualidade dos frutos e sementes (Rodgers *et al.*, 2021; Siopa *et al.*, 2024). No caso dos cultivos dependentes de polinização biótica, o rendimento da produção é diretamente ligada à provisão desse serviço ecossistêmico, que se apresenta em queda nos últimos anos (Bergamo *et al.*, 2025).

A LP na agricultura é preocupante, pois os polinizadores são responsáveis por aproximadamente 35% da produção mundial de alimentos (Sawe *et al.*, 2020). Por exemplo, a dependência por insetos polinizadores em macieiras é extremamente alta para atingir produção, qualidade e boa formação da fruta (Zampieron, 2017). Existem diversas culturas economicamente importantes que dependem de polinizadores, como *Citrus sp.*, soja, tomate, berinjela, café e girassol, segundo maior produtor de óleo do mundo (Toledo *et al.*, 2011; Khalifa *et al.*, 2021). Porém, a maioria dos estudos em cultivos agrícolas comparam a polinização natural com a ausência total de polinizadores, o que subestima a importância dos polinizadores (Siopa *et al.*, 2024). Portanto, estudos que incluam a suplementação de pólen para estimar a LP a partir do máximo que a planta poderia produzir são urgentes no contexto da agricultura.

Entre os cultivos fortemente dependentes de polinização, se destaca o girassol (*Helianthus annuus* Linnaeus, 1753), pertencente à família Asteraceae e originário da

América do Norte (Toledo *et al.*, 2011). A espécie apresenta dicogamia, com assincronia na maturação das estruturas reprodutivas, o que favorece o cruzamento alógamo e a torna altamente dependente de polinizadores (Castro, 1996; Moreti *et al.*, 1996; Wolowski *et al.*, 2019). No Brasil, pesquisas têm demonstrado que inflorescências expostas à visitação de abelhas apresentam maior massa de sementes em comparação às isoladas, evidenciando a ocorrência de limitação polínica em áreas de cultivo próximas a fragmentos de Cerrado (Almeida *et al.*, 2020). Outros estudos apontam que a polinização por abelhas não apenas aumenta a produtividade, mas também melhora a qualidade do óleo de girassol, elevando o teor de vitamina E e alterando positivamente o perfil lipídico das sementes (Silva *et al.*, 2018).

Diante desse contexto, compreender a dinâmica da polinização e avaliar a ocorrência de limitação polínica em cultivos urbanos de girassol é de grande relevância. O presente estudo busca analisar as comunidades de polinizadores associadas a um plantio urbano de girassóis, bem como estimar o grau de limitação polínica dessa cultura. Dessa forma, é pretendido evidenciar a importância da presença dos polinizadores para a produtividade do girassol, além de identificar as espécies que efetivamente contribuem para a polinização em ambientes urbanos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

- a. Analisar a limitação polínica em cultivo de girassol (*Helianthus annuus*) em um plantio urbano.
- b. Registrar os visitantes florais e polinizadores neste cultivo de girassol.

2.2 Objetivos específicos

- a. Comparar a produção de sementes entre a polinização natural, e os tratamentos de dependência de polinizador e de suplementação de pólen.
- b. Registro e identificação dos visitantes florais do girassol a nível de espécie, incluindo a estimativa da frequência de interações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo e espécies analisada

Os girassóis (*Helianthus annuus*) se localizavam em um plantio em frente ao Departamento de Biodiversidade, Prédio da Ecologia, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Rio Claro (22°23'54"S 47°32'34"W) (Figura 1).

O plantio foi realizado em janeiro de 2025, e estava ligado ao “Programa Araucária: Perspectivas sociais, culturais e ambientais”, o qual vem implementando soluções baseadas na natureza (SbN) no campus da Unesp desde 2022. Uma das ações do programa foi o plantio dos girassóis em um espaço subutilizado da universidade, que era composto por um campo ocupado por gramíneas exóticas. Dessa forma, o plantio fez com que esse espaço passasse a fornecer recursos à biodiversidade e possibilitou o desenvolvimento de atividades de ensino, extensão e pesquisa. Assim, os trabalhos de campo aconteceram entre março e abril de 2025, período de floração do girassol neste plantio.

Figura 1 - Em amarelo, o limite da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) e em vermelho, o perímetro de plantio dos girassóis (aproximadamente 1.975,35 m²).



Fonte: Google Earth, fev.2025.

3.2 Dependência de polinizador e limitação polínica

Os indivíduos de girassol foram divididos em três grupos de tratamento de polinizações controladas. O primeiro grupo recebeu suplementação polínica através da polinização manual (SM, n=20), no qual o pólen é coletado de indivíduos distantes que não integram nenhum dos grupos de tratamento, para garantir a polinização cruzada. O segundo grupo consistia em ensacar botões (Figura 2) para verificar a ocorrência de autopolinização espontânea (AE, n=20), permanecendo ensacados até a senescência dos capítulos, evitando qualquer tipo de polinização cruzada. O terceiro grupo foi formado pelo controle de

polinização natural (PN, n=20), ou seja, inflorescências expostas ao ambiente com presença natural de polinizadores.

Para a suplementação, foram realizados campos em dias corridos seguidos para acompanhar o tempo de abertura das flores do disco, já que essas abrem, na maioria, de fora para dentro (em espiral) ao longo do tempo. Dessa forma, assim que se deu início a maturação e exposição do gineceu (fase feminina) se teve início a suplementação de pólen, simulando uma polinização cruzada, até que todas as flores tenham terminado sua fase reprodutiva. Posteriormente os capítulos foram ensacados para evitar perda dos frutos durante sua formação.

Todas as unidades experimentais foram coletadas após a senescência das flores e formação de frutos e sementes e, em seguida, levadas ao laboratório onde se realizou a contagem de sementes formadas em cada grupo de tratamento. Assim, é possível calcular o índice de limitação polínica (SP / PN, Bennett *et al.*, 2018). Também calculamos a dependência de polinizador pelo índice de autogamia (AE / SP, Lloyd & Schoen, 1992).

Figura 2 - Capítulo ainda fechado (esquerda) escolhido para integrar tratamento AE, ensacado para isolamento (direita).



Fonte: Autor, 2025

Para testar as diferenças entre os tratamentos de polinização, foi realizado teste de Kruskal-Wallis, pois não apresentou distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk. Por fim, para verificar a diferença entre os tratamentos, foi feito teste post-hoc de Dunn.

3.3 Observação dos visitantes florais

As observações dos polinizadores ocorreram entre as 6:00 e 11:00, totalizando 5 horas por dia, período que contempla a maior atividade dos visitantes florais. Foram realizadas visitas preliminares para determinação do período de maior atividade dos polinizadores. Ao todo, foram aproximadamente 35 horas acumuladas de observação, divididas ao longo de 7 dias.

Cada sessão consistiu em observações focais de uma hora de manchas contendo de 3 a 8 inflorescências abertas. Após uma hora, foram feitos intervalos de 5 minutos para a mudança de ponto de observação dentro do plantio. Para cada visitante floral, o horário da visita, o número de visitas, o comportamento (relacionado à coleta de recurso floral - pólen ou néctar) e a identificação do visitante foram registradas. Apenas visitas em que o visitante tocou as estruturas reprodutivas das flores, ou seja, com potencial de polinização, foram consideradas. Foi calculada a frequência de interações baseado no número de visitas em relação ao número de capítulos observados e tempo de observação. Os organismos foram capturados para identificação com auxílio de literatura especializada e consulta a especialistas.

3.4 Análise de dado

Para avaliar a diferença na produção de sementes entre os tratamentos de polinização (autopolinização espontânea - AE, polinização natural - PN e suplementação manual - SM), foi verificada inicialmente a distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. Como não foi apresentada normalidade, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi aplicado, seguido do teste post-hoc de Dunn para comparações pareadas.

A LP foi estimada pela razão entre a média de sementes por flor no tratamento de suplementação manual e no tratamento de polinização natural ($LP = SM / PN$), conforme Bennett et al. (2018), onde valores próximos a 1 indicam a ausência de déficit de polinização e que reflete o potencial de aumento na produção de sementes caso a planta receba suplementação manual de pólen. A dependência de polinizador foi calculada pelo índice de autogamia ($IA = AE / SM$), indicando o grau em que o girassol depende da polinização cruzada para formar sementes.

Para os dados de visitação floral, foram calculadas métricas de esforço de forrageamento incluindo a frequência de visitas (número de visitas por hora), distribuição temporal da atividade (por hora e por dia) e contribuição relativa de cada espécie visitante,

considerando o número total de visitas por espécie, o número de capítulos observados e o tempo de observação por sessão. Foram analisados os padrões de atividade ao longo dos horários e dos dias de amostragem, bem como a coleta de recursos (néctar, pólen ou ambos).

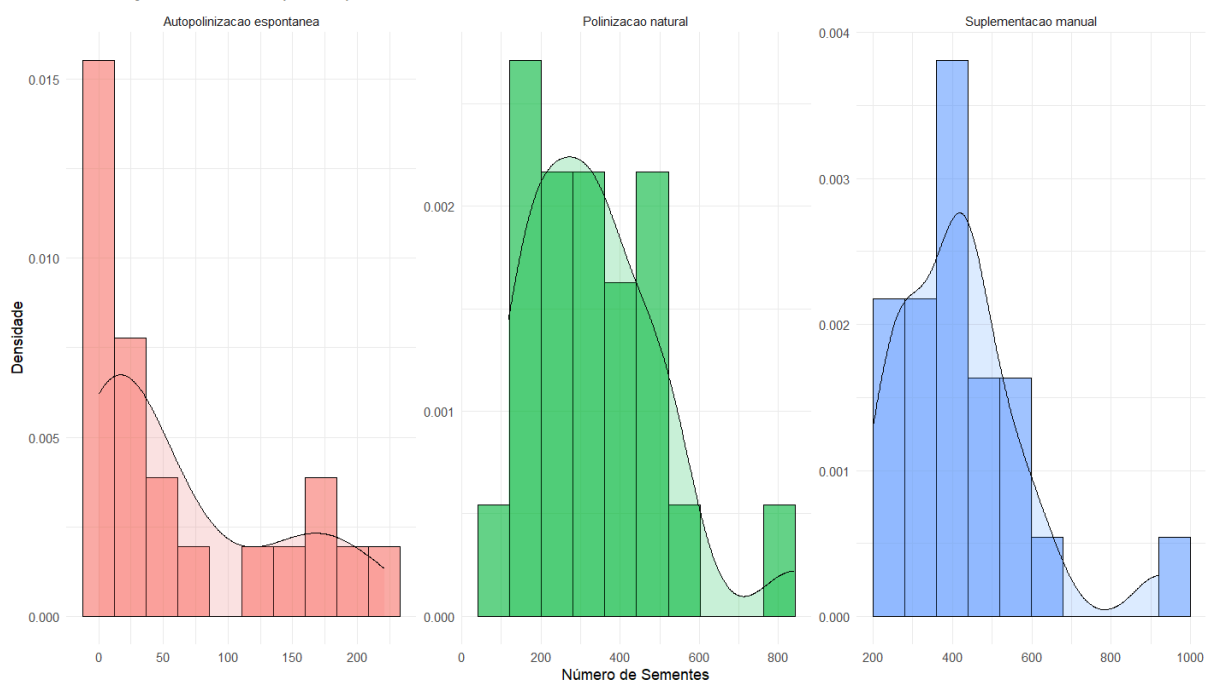
Todas as análises foram realizadas no ambiente R (R Core Team, 2025).

4 RESULTADOS

4.1 Limitação Polínica

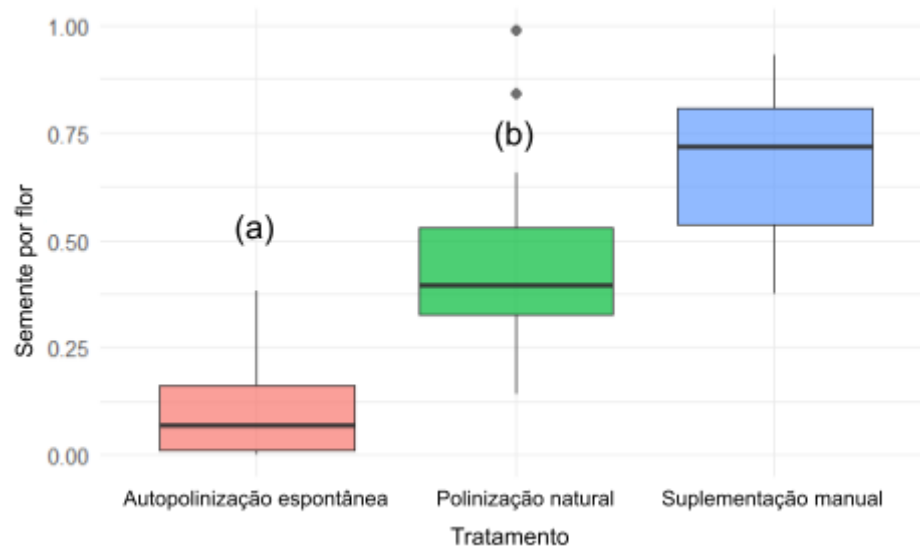
Ao todo 67 capítulos (AE, n=21; PN, n=23; SM, n=23) foram coletados para contagem de flores e sementes. O tratamento de autopolinização espontânea (AE) apresentou maior concentração de valores baixos próximos a zero (AE, média = 0,068, desvio-padrão = 0,112), enquanto que a polinização natural (PN, média = 0,395, desvio-padrão = 0,208) e suplementação manual (SM, média = 0,717, desvio-padrão = 0,169) apresentaram distribuições mais assimétricas (Figura 3).

Figura 3 - Distribuição de sementes por grupo; Diferença na densidade de sementes entre cada grupo tratamento AE, PN e SM.



Houve diferenças na produção de sementes por flor entre os tratamentos de polinização controlada ($\chi^2 = 40,84$; $df = 2$; $p < 0,001$). O pós-teste de Dunn mostrou que tanto a AE difere significativamente da PN ($Z = -4.704396$; $p < 0,001$) quanto da SP ($Z = -6.146081$; $p < 0,001$). Por outro lado, não houve diferença significativa entre PN e SP ($Z = -1.475611$; $p = 0,42$) (Figura 4).

Figura 4 - Distribuição da eficiência de polinização entre os tratamentos do plantio de girassol urbano, Rio Claro, SP, Brasil.

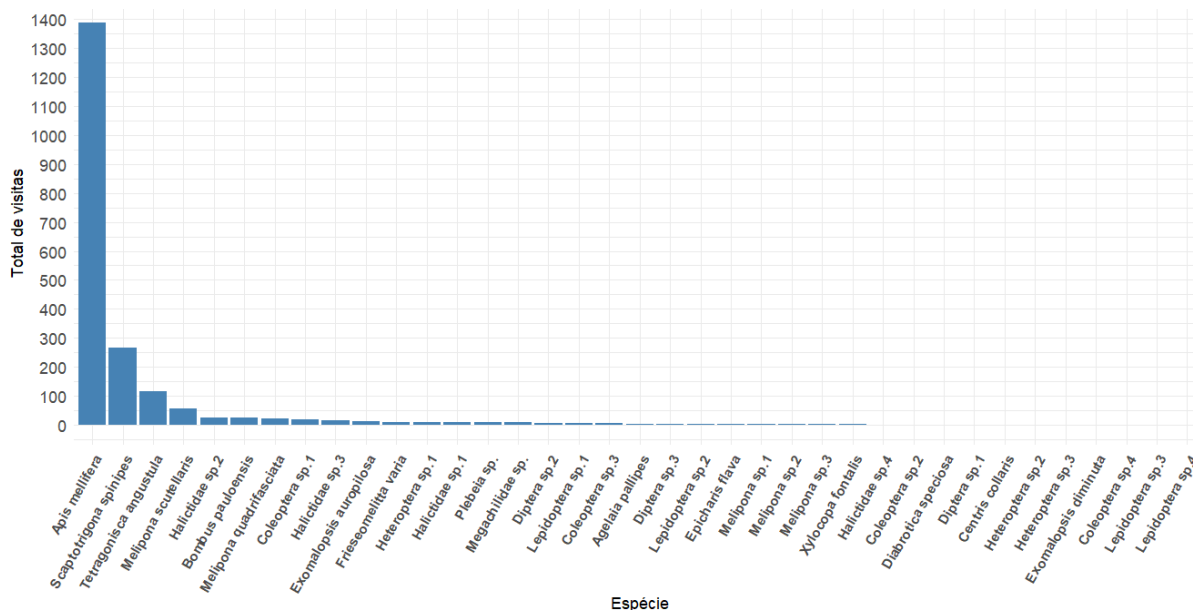


A proporção de sementes formadas por flor diferiu expressivamente entre os tratamentos. A AE apresentou média de apenas 0,10 sementes/flor, ao passo que a PN atingiu 0,43 sementes/flor, e a SP 0,67 sementes/flor (Tabela 1).

4.2 Polinização

Foram identificadas 37 espécies de polinizadores, divididos em seis grupos: Apidae (abelhas), Coleópteros (besouros), Dípteros (moscas/sírfídeos), Lepidópteros (borboletas/mariposas), Heterópteros (percevejos) e Vespidae (vespas). Ao todo foram contabilizados 2028 indivíduos, sendo o grupo mais diverso o das abelhas com 13 morfotipos registrados, dos quais as espécies mais comuns foram *Apis mellifera* (1390), *Trigona spinipes* (267) e *Tetragonisca angustula* (114) (Figura 5).

Figura 5 - Total de visitas de cada uma das espécies observadas em plantio de girassol urbano, Rio Claro, SP, Brasil.



O número de visitas variou entre horários do dia (Figura 6), com um pico entre 8:00 e 9:00, com 641 visitas (Tabela 2). O primeiro horário de observação (6h-7h) apresentou a menor frequência ($f = 25,33333$), seguido pelo último horário (10h-11h, 390 visitas). Por dia de amostragem, o número de visitas variou entre 216 e 336. A taxa de visitação por flor por hora (VFH) variou entre 6,35 e 13,82, com a maior frequência sendo observada no sétimo dia de observação (Tabela 3).

Figura 6 - Frequência (visita/flor) por horário em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil.

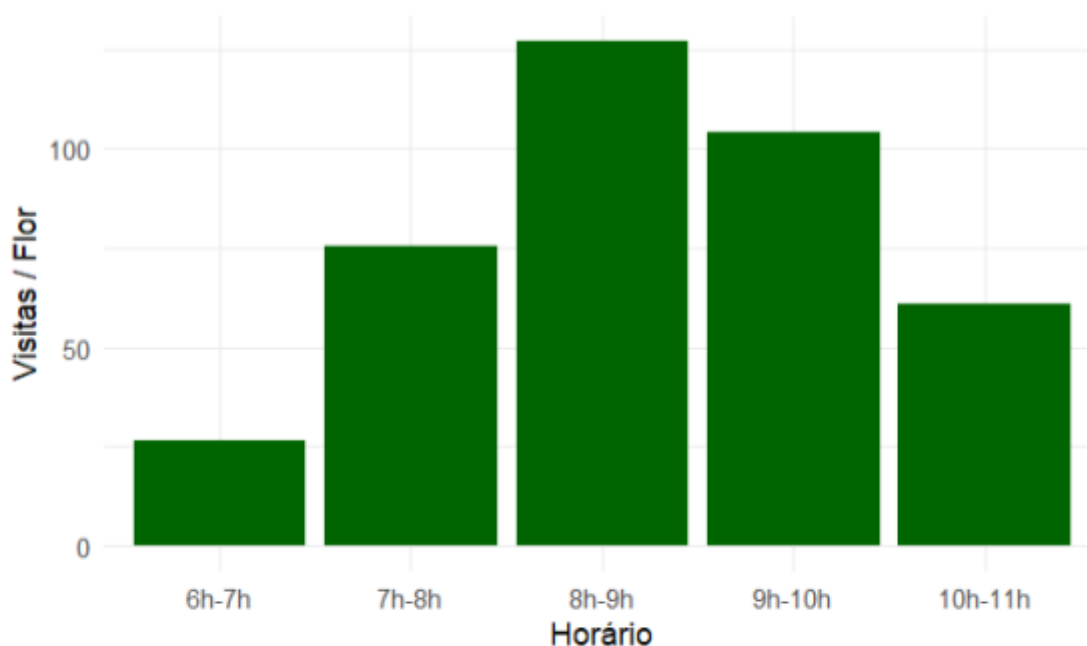


Tabela 3 - Frequência de visitação por dia, focando na visitação por flor por hora (VFH).

	DIA 01	DIA 02	DIA 03	DIA 04	DIA 05	DIA 06	DIA 07
VFH	6,352941	10,5	9,8	10,96	10,34615	12,34615	13,82609

A variação no número de visitas ao longo do tempo revela que a maior diversidade de visitantes se deu das 7:00 às 8:00 (Figura 7). Em todos os horários a espécie *A. mellifera* esteve presente e dominante, com um pico no número de visitas sendo entre as 8:00 e 9:00. As abelhas nativas *Melipona quadrifasciata* e *Melipona scutellaris* também tiveram registros expressivos, especialmente no início da manhã. Os demais grupos (besouros, moscas, borboletas e percevejos) apresentaram frequências baixas e distribuídas ao longo dos diferentes horários.

Detectamos padrões distintos ao focar a variação temporal da visitação entre as espécies mais frequentes (Figura 8). *A. mellifera* manteve-se como o visitante mais frequente em todos os dias de observação, apresentando sempre valores muito superiores em relação às demais espécies. Entre as abelhas nativas, destacaram-se *Trigona spinipes*, *Melipona scutellaris*, *Melipona quadrifasciata* e *Tetragonisca angustula*, que apresentaram picos de atividade em dias específicos, mas com frequências menores quando comparadas à espécie exótica. Outras espécies, como *Bombus pauloensis*, *Exomalopsis auropilosa* e representantes de *Halictidae*, exibiram flutuações pontuais de visitação, geralmente em baixa densidade. Os demais grupos (Coleópteros, Heterópteros) ocorreram de forma esporádica e em baixa frequência.

Figura 7 - Preferência de horário por espécie. Número total de visitas de cada espécie observada por horário em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil.

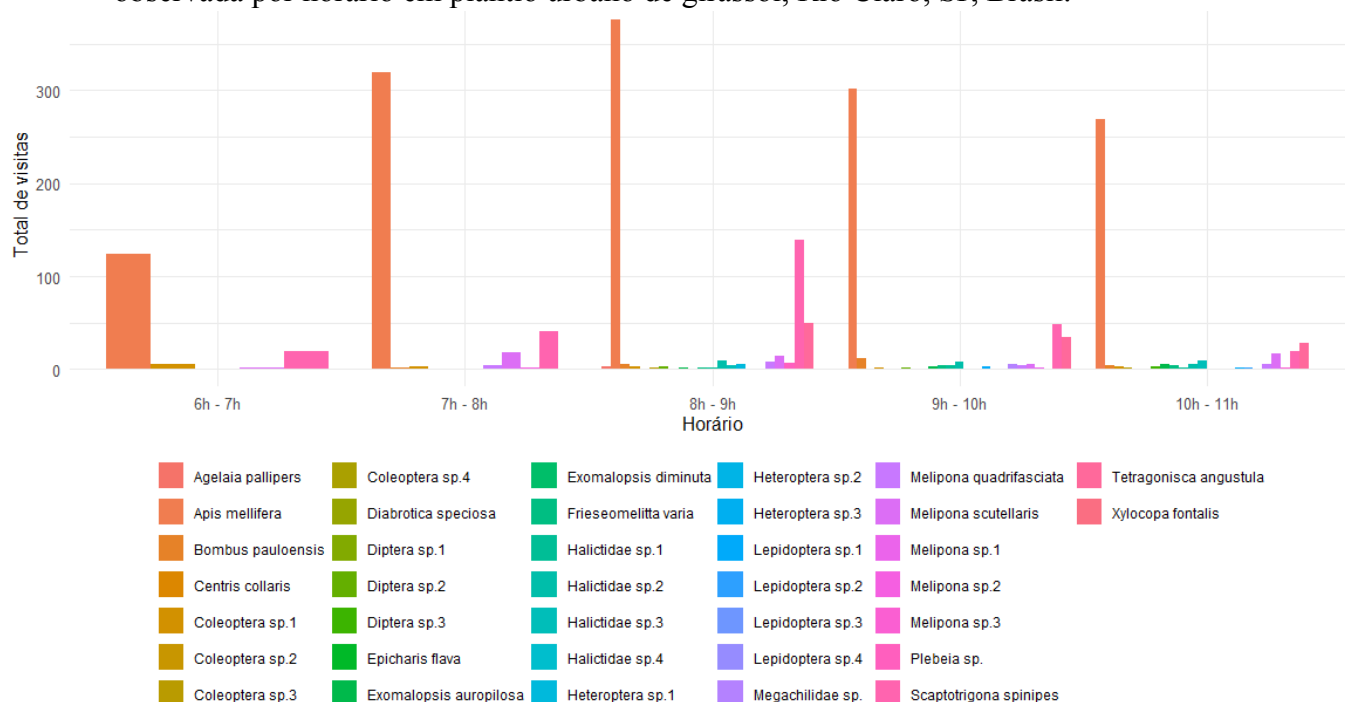
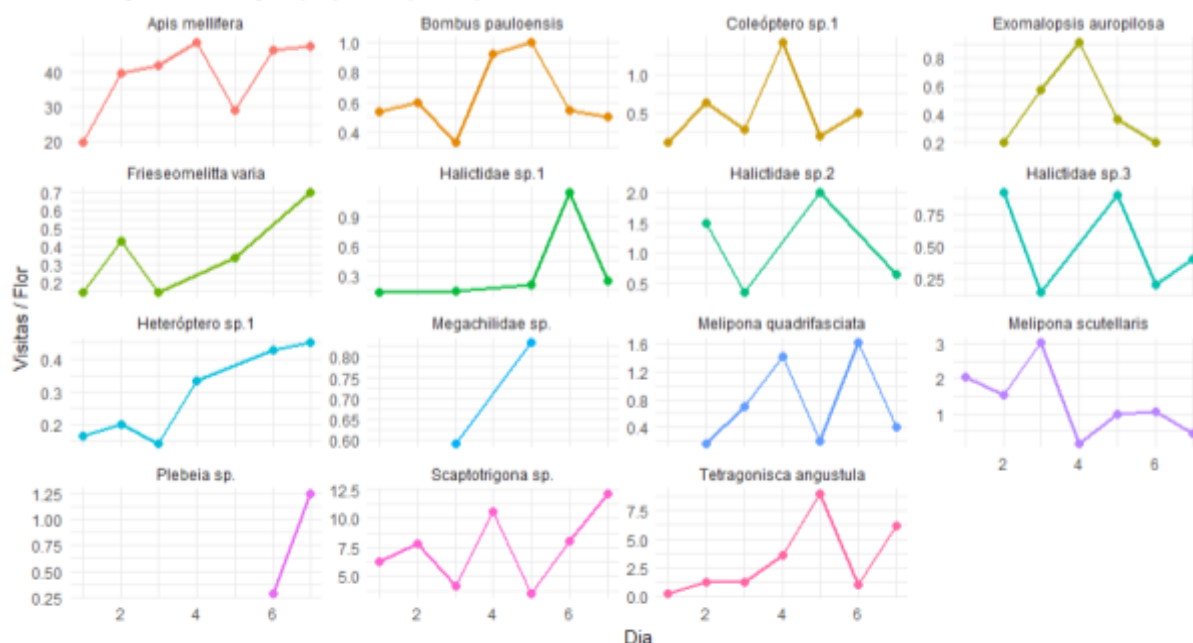


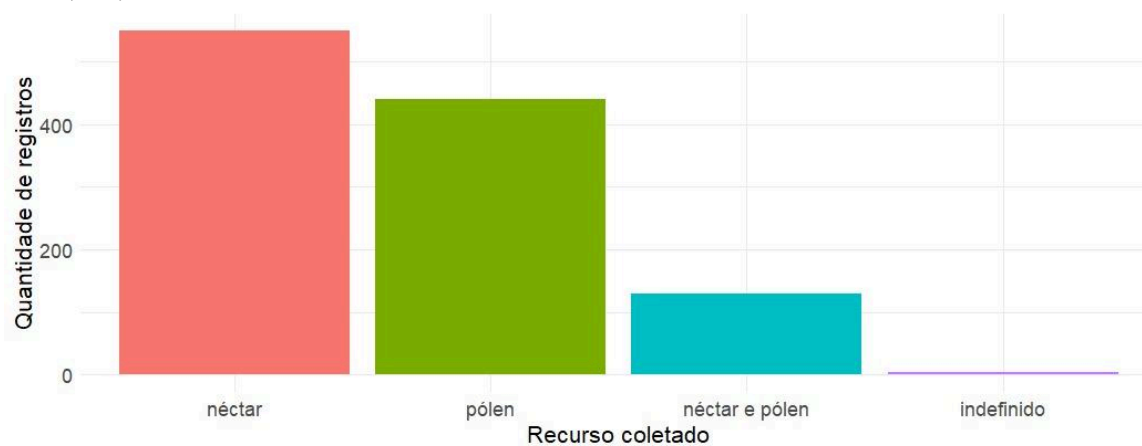
Figura 8 - Variação de visitação entre os dias das 15 espécies mais frequentes em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil.



Foram registradas as coletas de recursos (néctar, pólen e a combinação de ambos) pelos visitantes florais, sendo o primeiro o mais coletado (Figura 9). Dentre as espécies mais frequentes, foi observado que *A. mellifera* se destacou na coleta de néctar apresentando 832 registros das 1390 visitas totais. Das espécies nativas, *Trigona spinipes* foi a mais presente, com 267 visitas, das quais 182 registros constituíram na coleta de pólen. Outras espécies,

como *Tetragonisca angustula* e *Melipona scutellaris*, que também apresentaram número expressivo de visitas, mas com padrões distintos de exploração dos recursos. De todos os registros, apenas 4 não foram identificados.

Figura 9 - Total de cada tipo de recurso coletado em plantio urbano de girassol em Rio Claro, SP, Brasil.



5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo confirmam a alta dependência do girassol (*Helianthus annuus*) em relação aos polinizadores. A autopolinização espontânea resultou em uma taxa de formação de sementes extremamente baixa, enquanto a polinização natural e a suplementação manual apresentaram valores significativamente maiores. Esse padrão já foi relatado em estudos anteriores (Castro, 1996; Moreti *et al.*, 1996; Wolowski *et al.*, 2019), e está diretamente associado à dicogamia da espécie, que favorece a polinização cruzada e torna o girassol dependente de agentes bióticos para atingir seu potencial produtivo. Assim, os resultados reforçam que, mesmo em ambientes urbanos, o papel dos polinizadores é essencial para a manutenção da produtividade dessa cultura.

Apesar dessa dependência, não foi detectada limitação polínica no plantio analisado, uma vez que a polinização natural não diferiu significativamente da suplementação manual. Esse resultado sugere que a comunidade local de polinizadores foi capaz de garantir a produção próxima a máxima possível, o que contrasta com trabalhos realizados em áreas agrícolas que apontam LP em girassol (Almeida *et al.*, 2020) ou déficits crescentes de polinização em regiões urbanas mais impactadas (Zink *et al.*, 2024). Uma explicação plausível é a elevada abundância de *Apis mellifera* registrada, espécie exótica, generalista e altamente eficiente na polinização do girassol (Silva *et al.*, 2018). A proximidade do plantio com a Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA), assim como a boa arborização do campus universitário, podem garantir uma maior diversidade e abundância de polinizadores por proverem um ambiente heterogêneo, ou seja, mais diversos em habitats (Senapathi *et al.*, 2017; Nascimento *et al.*, 2020)

Em contexto global, estudos de meta-análises indicam que a limitação polínica é comum em plantas com alta dependência de polinizadores, especialmente em ambientes urbanos ou sob intensificação do uso do solo (Burd, 1994; Ashman *et al.*, 2004; Bennett *et al.*, 2020). Em girassóis, a limitação mostra ser mais provável em situações de baixa densidade de polinizadores (Mota *et al.*, 2024; Amarilla *et al.*, 2025) ou sob estresse ambiental, como secas, contaminação do solo e presença de pesticidas.

A dominância de *A. mellifera* pode ter compensado eventuais declínios na abundância de polinizadores nativos, evitando a ocorrência de LP nessa espécie de planta, por apresentar características que atraem diferentes tipos de polinizadores. Entretanto, em escala global, análises demonstram que plantas ameaçadas apresentam em média 26% mais limitação polínica do que as não ameaçadas, o que sugere que a LP pode atuar como um importante fator de vulnerabilidade ecológica (Bennett *et al.*, 2024). A ausência de LP no cultivo urbano

de girassóis observada neste estudo pode ser vista como uma exceção local, explicada pela dominância de *A. mellifera*, mas não reduz a importância da LP como processo crítico para a conservação de plantas em outros contextos. Dessa forma, a ausência de LP no girassol pode estar relacionada às características dessa cultura (atratividade floral, alta visitabilidade por *A. mellifera* e ser mais generalistas). Em espécies nativas de ecossistemas tropicais, como as da Mata Atlântica, a LP tem se mostrado comum (Freitas; Wolowski; Sigiliano, 2010), representando um risco tanto para a manutenção da biodiversidade quanto para a regeneração florestal. Mas, no contexto inserido, a diversidade e abundância de espécies nativas que foram observados no plantio foram consideravelmente elevadas, o que contribuiu para a ausência da LP, uma vez que ambientes com maior diversidade tendem a apresentar maior estabilidade ecológica e disponibilidade de recursos ao longo do tempo.

Foram registradas 37 espécies de visitantes florais, mas a comunidade se mostrou fortemente dominada por *A. mellifera*, responsável por aproximadamente 70% das visitas. Esse padrão já foi amplamente descrito na literatura, indicando que ambientes urbanos tendem a favorecer espécies exóticas e generalistas em detrimento das nativas (Fitch *et al.*, 2019; Wenzel *et al.*, 2020; Liang *et al.*, 2023). Embora abelhas nativas como *Trigona spinipes*, *Tetragonisca angustula* e *Melipona scutellaris* também tenham sido registradas, sua frequência foi muito inferior à da espécie exótica. A predominância de um único polinizador pode representar risco para a resiliência ecológica do sistema, já que uma eventual redução das populações de *A. mellifera* poderia comprometer a polinização, dada a baixa abundância relativa das demais espécies (Huang *et al.*, 2021; Katumo *et al.*, 2022). Por outro lado, a diversidade de visitantes registrada demonstra que ambientes naturais ou seminaturais próximos aos espaços urbanos podem sustentar comunidades relativamente ricas de polinizadores, desde que forneçam recursos adequados como disponibilidade de alimentos e nidificação. Esse resultado é consistente com estudos que destacam a importância de áreas verdes urbanas e de cultivos ornamentais e alimentares na manutenção da diversidade de polinizadores em cidades (Eggenberger *et al.*, 2019; Theodorou *et al.*, 2020). No entanto, a baixa representatividade de espécies nativas observada ressalta a necessidade de estratégias de manejo que promovam maior heterogeneidade de habitats e recursos florais, favorecendo o aumento da abundância dessas espécies e da diversidade funcional das comunidades (Gomes *et al.*, 2025).

De maneira geral, os achados deste estudo reforçam a relevância dos polinizadores para a produtividade do girassol em contextos urbanos, destacam a ausência de limitação polínica provavelmente em função da alta abundância de *A. mellifera* e apontam para a

importância da conservação e promoção da diversidade de polinizadores nativos. Investimentos em políticas públicas e práticas de manejo urbano que ampliem a disponibilidade de recursos florais e locais de nidificação podem contribuir para tornar as comunidades de polinizadores mais resilientes e, conseqüentemente, garantir a estabilidade da polinização e da produção agrícola em ambientes urbanos.

6 CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que o girassol (*Helianthus annuus*) é altamente dependente de polinizadores para sua produtividade, mas não apresentou limitação polínica no plantio urbano analisado. Esse resultado se deve provavelmente à elevada abundância de *Apis mellifera*, responsável pela maior parte das visitas florais. Apesar da ausência de limitação polínica, a baixa representatividade de espécies nativas de polinizadores evidencia a importância de ações que favoreçam maior diversidade de polinizadores em áreas urbanas. Assim, cultivos ornamentais e alimentares em cidades podem atuar como espaços estratégicos para sustentar comunidades de polinizadores e contribuir para a estabilidade da produção agrícola.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L. S.; CARVALHO, G. S.; NOVAIS, J. R.; STORCK TONON, D.; OLIVEIRA, M. L.; MAHLMANN, T.; NOGUEIRA, D. S.; PEREIRA, M. J. **Contribution of the Cerrado as Habitat for Sunflower Pollinating Bees.** *Sociobiology*, Feira de Santana, Brasil, v. 67, n. 2, p. 281–291, 2020. DOI: 10.13102/sociobiology.v67i2.4865. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/sociobiology/article/view/4865>.
- AMARILLA, Leonardo D., et al. Pollinators significantly enhance seed set, yields and chemical parameters of oil seed in sunflower crops. *Field Crops Research*, v. 322, 2025. DOI: 10.1016/j.fcr.2025.109736.
- ARTAMENDI, M., MARTIN, P.A., BARTOMEUS, I. *et al.* **Loss of pollinator diversity consistently reduces reproductive success for wild and cultivated plants.** *Nature Ecology Evolution*, v. 9, p. 296–313, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41559-024-02595-2>.
- ASHMAN, Tia-Lynn, et al. **Pollen limitation of plant reproduction: Ecological and evolutionary causes and consequences.** *Ecology*, v. 85, p. 2408-2421, 2004. DOI: 10.1890/03-8024
- BENNETT, Joseph M., et al. **GloPL, a global data base on pollen limitation of plant reproduction.** Scientific Data, ed. 1, vol. 5, 2018.
- BENNETT, Joseph M., et al. **Land use and pollinator dependency drives global patterns of pollen limitation in the Anthropocene.** *Nature communications*, v. 11, 3999, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17751-y>.
- BENNETT, Joseph M.; CHAPMAN, Hollie M.; PHILLIPS, Richard D.; RODGERS, James G.; KNOP, Eva; ARMSTRONG, Jeanette E.; CAGNOLO, Luciano; et al. **Global meta-analysis shows that threatened flowering plants have higher pollination deficits.** *Nature Ecology & Evolution*, v. 8, p. 1694–1705, 2024. DOI: 10.1038/s41559-024-02716-0.
- BERGAMO, Pedro Joaquim *et al.* **Identifying changes in the drivers of ecosystem services: Socioeconomic changes underlie reduced provision of pollination service.** *Journal of Environmental Management*, vol. 373, jan. 2025. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.123466.
- BURD, M. **Bateman’s principle and plant reproduction: The role of pollen limitation in fruit and seed set.** *Botanical Review*, v. 60, p. 83–139, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02856594>
- CARDOSO, Marina Candido, GONÇALVES, Rodrigo Barbosa. **Reduction by half: the impact on bees of 34 years of urbanization.** *Urban Ecosyst*, v. 21, p. 943–949, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0773-freitas7>.
- CASTRO, César de; CASTIGLIONI, Vânia Beatriz Rodrigues; BALLA, Antal. **A cultura do girassol.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa da Soja. Londrina, Paraná. Circular Técnica, p. 13-38, 1996.
- EGGENBERGER, Helen, et al. **Urban bumblebees are smaller and more phenotypically diverse than their rural counterparts.** *Journal of Animal Ecology*, v. 88, ed. 10, p. 1522-1533, 2019. DOI: 10.1111/1365-2656.13051.

FERREIRA, Cláudia Márcia M. **Efeitos da urbanização sobre a riqueza e composição das comunidades de morcegos em fragmentos florestais de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.** Dissertação PPG, p. 2-4, Repositório UFMS, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/548>.

FITCH, Gordon. WILSON, Caleb J. GLAUM, Paul. VAIDYA, Chatura. SIMAO, Maria-Carolina e JAMIESON, Mary A. **Does urbanization favour exotic bee species? Implications for the conservation of native bees in cities.** *Biology Letters*, vol. 15, ed. 12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2019.0574>.

FREITAS, Leandro; WOLOWSKI, Marina; SIGILIANO, Maria Isabel. **Ocorrência de limitação polínica em plantas de Mata Atlântica.** *Oecologia Australis*, ed. 2, vol. 14, p. 251-265, 2010. DOI: 10.4257/oeco.2010.1401.15.

GESLIN, Benoit *et al.* **The proportion of impervious surfaces at the landscape scale structures wild bee assemblages in a densely populated region.** *Ecology and Evolution*, vol. 6, ed. 18, p. 6599-6615, 2024. DOI: 10.1002/ece3.2374.

GIANNINI, T.C., CORDEIRO, G. D., FREITAS, B. M., SARAIVA, A. M., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil.** *Journal of Economic Entomology*, v. 108, ed. 3, p. 849-857, 2015. DOI: 10.1093/jee/tov093.

GOMES, Ingrid, et al. **Exploring the determinants of bee diversity in tropical urban areas and their implications for conservation.** *Landscape and Urban Planning*, v. 263, 105440, 2025.

GOULSON, D. et al. **Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers.** *Science*, v. 347, n. 6229, p. 1255957, 2015.

GUENAT, Solène; KUNIN, William E., DOUGILL, Andrew J., DALLIMER, Martin. **Effects of urbanisation and management practices on pollinators in tropical Africa.** *Journal of Applied Ecology*, vol. 56, p. 214-224, 2019.

HUANG, Heng; TU, Chengyi; D'ODORICO, Paolo. **Ecosystem complexity enhances the resilience of plant-pollinator systems.** *One Earth*, v. 4, ed. 9, p. 1286-1296, 2021.

IPBES – **Painel Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.** *The assessment report on pollinators, pollination and food production.* Bonn: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2016. Disponível em: <https://ipbes.net>. Acesso em: 21 de março de 2025.

KATUMO, Daniel Mutavi; LIANG, Huan; OCHOLA, Anne Christine; LV, Min; WANG, Qing-Feng; YANG, Chun-Feng. **Pollinator diversity benefits natural and agricultural ecosystems, environmental health, and human welfare.** *Plant Diversity*, v. 44, ed. 5, p. 429-435, 2022. DOI: 10.1016/j.pld.2022.01.005

KHALIFA, S., *et al.* **Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production.** *Insects*, vol. 12, 2021. DOI: 10.3390/insects12080688.

LIANG, Huan; HE, Yong-Deng; THEODOROU, Panagiotis; YANG Chun-Feng. **The effects of urbanization on pollinators and pollination: A meta-analysis.** *Ecology Letters*, v. 26, ed. 9, p. 1629-1642, 2023. DOI: 10.1111/ele.14277.

- LLOYD, David G. SCHOEN, Daniel J. **Self- and Cross-Fertilization in Plants. I. Functional Dimensions.** *International Journal of Plant Sciences*, vol. 153, n. 3 (1), p. 358-369, set. 1992.
- MCKINNEY, Michael L. **Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals.** ResearchGate, 2010.
- MORETI, *et al.* **AUMENTO NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE GIRASSOL (*Helianthus annuus*) PELA AÇÃO DE INSETOS POLINIZADORES.** *SciELO*, Brasil, ed. 53 (2-3), maio 1996. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161996000200015>.
- MOTA, L.; LOUREIRO, J.; GONZÁLEZ, J. A.; HEVIA, V.; ORTEGA-MARCOS, J. J.; RAD, C.; MARKS, E. A. N.; CASTRO, S. **Optimizing sunflower yield: Understanding pollinator contribution to inform agri-environmental strategies.** *Field Crops Research*, v. 319, p. 109651, 2024. DOI: 10.1016/j.fcr.2024.109651.
- NASCIMENTO, Viviany Teixeira, AGOSTINI, Kayna, SOUZA, Camila Silveira, MARUYAMA, Pietro Kiyoshi. **Tropical urban areas support highly diverse plant-pollinator interactions: An assessment from Brazil.** *Landscape and Urban Planning*, v. 198, 103801, 2020.
- OLLERTON, Jeff, WINFREE, Rachael, TARRANT, Sam. **How many flowering plants are pollinated by animals.** *Oikos*, v. 120, ed. 3, p. 321-326, 2011. DOI: 10.1111/J.1600-0706.2010.18644.
- POTTS, Simon G. *et al.* **Global pollinator declines: trends, impacts and drivers.** *Trend in Ecology & Evolution*, v. 25, ed. 6, p. 345-353, 2010. DOI: 10.1016/j.tree.2010.01.007
- R Development Core Team (2025).
- RYALLS, James M. W. *et al.* **Anthropogenic air pollutants reduce insect-mediated pollination services.** *Environmental Pollution*, vol. 297, 118847, 2022.
- RECH, André Rodrigo, *et al.* **Biologia da Polinização.** Editora Projeto Cultural, Rio de Janeiro, ed. 1, p. X-Y, 2014.
- RODGERS, James G. *et al.* **Widespread vulnerability of flowering plant seed production to pollinator declines.** *Science Advances*, vol. 7, n. 42, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd3524>.
- SAWE, Thomas; NIELSEN, Anders; ELDEGARD, Katrine. **Crop Pollination in Small-Scale Agriculture in Tanzania: Household Dependence, Awareness and Conservation.** *Sustainability*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12062228>.
- SENAPATHI, Deepa, *et al.* Landscape impacts on pollinator communities in temperate systems: evidence and knowledge gaps. *Functional Ecology*, v. 31, p. 26-37, 2017. DOI: 10.1111/13652435.12809.
- SILVA, C. A. S.; GODOY, W. A. C.; JACOB, C. R. O.; THOMAS, G.; CÂMARA, G. M. S.; ALVES, D. A. **Bee Pollination Highly Improves Oil Quality in Sunflower.** *Sociobiology*, Feira de Santana, Brasil, v. 65, n. 4, p. 583-590, 2018. DOI: 10.13102/sociobiology.v65i4.3367. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/sociobiology/article/view/3367>.

SIOPA, Catarina. *et al.* **Animal-pollinated crops and cultivars—A quantitative assessment of pollinator dependence values and evaluation of methodological approaches.** *Journal of Applied Ecology*, ed. 6, vol. 61, p. 1279-1288, 2024. DOI: 10.1111/1365-2664.14634.

SZABÓ, Borbála; KORÁNYI, Dávid; GALLÉ, Róbert; LÖVEI, Gábor L; BAKONYI, Gábor; BATÁRY, Péter. **Urbanization decreases species richness, and increases abundance in dry climates whereas decreases in wet climates: A global meta-analysis.** *Science of the Total Environment*, vol. 859, parte 1, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160145>.

THEODOROU, Panagiotis; BALTZ, Lucie M., PAXTON, Robert J., SORO, Antonella. **Urbanization is associated with shifts in bumblebee body size, with cascading effects on pollination.** *Evolutionary Applications*, v. 14, ed. 1, p. 53-68, 2020. (a)

THEODOROU, Panagiotis *et al.* **Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects.** *Nature Communications*, vol. 11, 576, 2020. (b)

TOLEDO, V., *et al.* **Biologia floral e polinização em girassol (*Helianthus annuus* L.) por abelhas africanizadas.** *Scientia Agraria Paranaensis*, ed. 1, vol. 10, 2011. DOI: 10.18188/sap.v10i1.5267.

WENZEL, Arne; GRASS, Ingo; BELAVADI, Vasuki V; TSCHARNTKE, Teja. **How urbanization is driving pollinator diversity and pollination – A systematic review.** *Biological Conservation*, vol. 241, jan. 2020, 108321.

WILLIAMS, I. H., S. A. CORBET, J. L. Osborne. **Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community.** *Bee World*, vol. 72, p. 170-180, 1991.

WOLOWSKI, Marina *et al.*; **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil [livro eletrônico].** São Carlos, SP : Editora Cubo, 2019. PDF.

ZAMPIERON, Sônia Lúcia Modesto. **Estudo da fenologia, biologia floral do girassol (*Helianthus annuus*, Compositae) e visitantes florais associados, em diferentes estações do ano.** *Ciência ET Praxis, [S. l.]*, v. 1, n. 01, p. 5–14, 2017. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2072>.

ZINK, Alexandra; CARADONNA, Paul J; LARSEN, Kelly; ILLER, Amy M. **Pollination deficits increase with Urbanization in Chicago.** *Ecosphere, The Ecological Society of America*, vol. 15, ed. 12, 2024. DOI: 10.1002/ecs2.70100.

APÊNDICE A – TABELAS

Tabela 1 - Total e Média do número de flores e da produção sementes por tratamento de polinização controlada em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil.

Planta	Tratamento	Total flores	Total sementes	Média (sementes/flores)
1	Autopolinização espontânea	581	221	0,3803786575
2	Autopolinização espontânea	423	0	0
3	Autopolinização espontânea	535	163	0,3046728972
4	Autopolinização espontânea	325	53	0,1630769231
5	Autopolinização espontânea	338	23	0,06804733728
6	Autopolinização espontânea	269	19	0,07063197026
7	Autopolinização espontânea	632	57	0,09018987342
8	Autopolinização espontânea	846	151	0,1784869976
9	Autopolinização espontânea	611	73	0,1194762684
10	Autopolinização espontânea	936	34	0,03632478632
11	Autopolinização espontânea	559	6	0,01073345259
12	Autopolinização espontânea	462	5	0,01082251082
13	Autopolinização espontânea	455	3	0,006593406593
14	Autopolinização espontânea	728	190	0,260989011
15	Autopolinização espontânea	443	7	0,0158013544
16	Autopolinização espontânea	858	112	0,1305361305
17	Autopolinização espontânea	736	173	0,2350543478
18	Autopolinização espontânea	642	31	0,04828660436
19	Autopolinização espontânea	891	0	0
20	Autopolinização espontânea	663	5	0,00754147813
21	Autopolinização espontânea	442	3	0,006787330317
22	Polinização natural	377	373	0,9893899204
23	Polinização natural	789	517	0,6552598226
24	Polinização natural	996	840	0,843373494
25	Polinização natural	411	181	0,4403892944
26	Polinização natural	759	451	0,5942028986
27	Polinização natural	1008	372	0,369047619
28	Polinização natural	585	203	0,347008547
29	Polinização natural	993	501	0,5045317221
30	Polinização natural	817	323	0,3953488372

31	Polinização natural	652	272	0,4171779141
32	Polinização natural	900	345	0,3833333333
33	Polinização natural	814	326	0,4004914005
34	Polinização natural	809	310	0,3831891224
35	Polinização natural	1137	194	0,1706244503
36	Polinização natural	695	244	0,3510791367
37	Polinização natural	913	502	0,5498357065
38	Polinização natural	700	168	0,24
39	Polinização natural	640	138	0,215625
40	Polinização natural	670	118	0,176119403
41	Polinização natural	752	384	0,5106382979
42	Polinização natural	784	243	0,3099489796
43	Polinização natural	877	530	0,6043329532
44	Polinização natural	887	125	0,1409244645
45	Suplementação manual	517	419	0,8104448743
46	Suplementação manual	356	243	0,6825842697
47	Suplementação manual	350	307	0,8771428571
48	Suplementação manual	398	202	0,5075376884
49	Suplementação manual	431	401	0,9303944316
50	Suplementação manual	378	294	0,7777777778
51	Suplementação manual	608	537	0,8832236842
52	Suplementação manual	658	477	0,7249240122
53	Suplementação manual	425	305	0,7176470588
54	Suplementação manual	502	245	0,4880478088
55	Suplementação manual	622	238	0,3826366559
56	Suplementação manual	1088	588	0,5404411765
57	Suplementação manual	463	379	0,818574514
58	Suplementação manual	622	542	0,8713826367
59	Suplementação manual	760	284	0,3736842105
60	Suplementação manual	1148	921	0,8022648084
61	Suplementação manual	810	468	0,5777777778
62	Suplementação manual	576	442	0,7673611111
63	Suplementação manual	816	435	0,5330882353
64	Suplementação manual	877	641	0,7309007982

65	Suplementação manual	721	395	0,547850208
66	Suplementação manual	984	437	0,4441056911
67	Suplementação manual	688	402	0,5843023256

Tabela 2 - Número total de visitas diárias em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil

DIA	VISITAS	FLORES	HORAS
1	216	6.8	5
2	336	6.4	5
3	294	6	5
4	274	5	5
5	239	5.2	5
6	321	5.2	5
7	318	4.6	5

Tabela 4 - Número de visitas totais de cada espécie observada em plantio urbano de girassol, Rio Claro, SP, Brasil.

Espécie	Total
<i>Apis mellifera</i>	1390
<i>Trigona spinipes</i>	267
<i>Tetragonisca angustula</i>	114
<i>Melipona scutellaris</i>	56
<i>Bombus pauloensis</i>	23
Halictidae sp.2	24
<i>Melipona quadrifasciata</i>	21
Coleoptera sp.1	17
Halictidae sp.3	15
<i>Exomalopsis auropilosa</i>	11
<i>Frieseomelitta varia</i>	10
Heteroptera sp.1	9
Halictidae sp.1	8
Plebeia sp.	8
Megachilidae sp.	8
Diptera sp.2	6
Lepidoptera sp.1	5
Coleoptera sp.3	5
<i>Agelaia pallipes</i>	4
Diptera sp.3	4
Lepidoptera sp.2	2
<i>Epicharis flava</i>	2

Melipona sp.1	2
Melipona sp.2	2
Melipona sp.3	2
<i>Xylocopa frontalis</i>	2
Halictidae sp.4	1
Coleoptera sp.2	1
<i>Diabrotica speciosa</i>	1
Diptera sp.1	1
<i>Centris collaris</i>	1
Heteroptera sp.2	1
Heteroptera sp.3	1
<i>Exomalopsis diminuta</i>	1
Coleoptera sp.4	1
Lepidoptera sp.3	1
Lepidoptera sp.4	1