

Natalia Pirani Ghilardi-Lopes
Eduardo Enrique Zattara
Organizadores

CIÊNCIA CIDADÃ E POLINIZADORES DA AMÉRICA DO SUL



Natalia Pirani Ghilardi-Lopes
Eduardo Enrique Zattara
Organizadores

CIÊNCIA CIDADÃ E POLINIZADORES DA AMÉRICA DO SUL

1ª edição

editora  cubo
soluções para o universo acadêmico

São Carlos
2022

Este livro foi produzido no âmbito do projeto SURPASS2, que é financiado pelo Newton Fund Latin America Biodiversity Programme: Biodiversity - Ecosystem services for Sustainable Development, concedido pelo UKRI Natural Environment Research Council (NERC - NE/S011870/2), em parceria com o Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Técnica da Argentina (CONICET - RD 1984/19), Brasil /Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - 2018/14994-1) e Agência Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Chile (ANID - NE/S011870/1).

Os capítulos desse livro passaram por um processo de revisão cruzada pelos autores.

Revisores dos capítulos

Alexandra Aparecida Gobatto

Blandina Felipe Viana

Caren Queiroz Souza

Eduardo Enrique Zattara

Karla Vanessa de Camargo Barbosa

Lourdes Boero

Maristela Zamoner

Melisa Gabriela Geisa

Natalia Pirani Ghilardi-Lopes

Rodrigo Barahona-Segovia

Sheina Koffler

Tiago Maurício Franco

O conteúdo dos capítulos não necessariamente reflete as opiniões dos organizadores do livro.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul
[livro eletrônico] / Natalia Pirani
Ghilardi-Lopes, Eduardo Enrique Zattara,
organizadores. -- 1. ed. -- São Carlos, SP : Cubo
Multimídia, 2022.
PDF

Vários autores.
ISBN 978-65-86819-20-5

1. Biodiversidade 2. Ciência - Aspectos sociais
3. Ecossistemas - Aspectos ambientais
4. Ecossistemas - Aspectos sociais 5. Monitoramento
ambiental 6. Polinizadores I. Ghilardi-Lopes, Natalia
Pirani. II. Zattara, Eduardo Enrique.

22-99231

CDD-333.7316

Índices para catálogo sistemático:

1. Ecossistemas : Gestão : Conservação e proteção :
Recursos naturais : Economia 333.7316

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.100001.pt>

Capa, projeto gráfico e diagramação

editora  cubo
soluções para o universo acadêmico

www.editoracubo.com.br

+55 16 3307-2068

Sobre os autores



Adolf Carl Krüger

Biólogo pela Universidade Federal do Paraná, mestre em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos. Professor da rede estadual do Paraná.



Adriana Burgos

Bióloga formada pela Universidade de Buenos Aires com pós-graduação em Ciências Ambientais e Educação. Diretora da área educacional do Jardim Botânico Carlos Thays da cidade de Buenos Aires e da Biblioteca Infantil da Natureza. Professora de universidade. Formadora de professores. Autora do livro "Nativas, flores de Argentina".



Alexandra Aparecida Gobatto

Bióloga, mestre e doutora pela UNESP/Rio Claro (Biologia Vegetal; área: Polinização e Biologia Reprodutiva). Pós-doutora em Ecologia Aplicada à Educação (Museu da Vida/Fiocruz, RJ, Brasil). Pesquisadora e docente no Centro de Responsabilidade Socioambiental do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Membro da Rede Brasileira de Ciência Cidadã.



Amanda Vilchez

Bióloga da Universidad Nacional Agraria la Molina. Fundadora e diretora do projeto "Ciencia Ciudadana Peru", organização que visa aproximar ciência e sociedade por meio do desenvolvimento de projetos participativos de pesquisa em biodiversidade e divulgação científica por meio de redes sociais.



Anderson Warkentin

Analista Administrativo, Administrador de Empresas pela Fundação de Estudos Sociais do Paraná, Cidadão Cientista e Observador de Vida Animal desde 2005.



Andre Luis Acosta

Biólogo, Mestre em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Doutor em Ecologia, Pós-doutor em Cenários para Biodiversidade e Saúde Pública. Pesquisador em Mudanças Climáticas e Saúde Planetária no Instituto de Estudos Avançados da USP. Pesquisador em Data Science e Biodiversidade 4.0 no Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável.



Angelo Loula

Mestre e doutor em Engenharia de Computação pela Unicamp na área de sistemas inteligentes. Professor e pesquisador em Inteligência Artificial e Ciência de Dados da Universidade Estadual de Feira de Santana. Membro da Rede Brasileira de Ciência Cidadã.



Antonio Mauro Saraiva

Professor titular do Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais (Poli-USP). Tem atuado em P&D na aplicação das tecnologias da informação e comunicação ao agronegócio e ambiente. É investigador principal no projeto SURPASS2 (UKRI NERC, CONICET, ANID e FAPESP). Coordena o Grupo de Estudos em Saúde Planetária (IEA-USP). Membro da Rede Brasileira de Ciência Cidadã.



Arthur Domingos de Melo

Biólogo, Mestre e Doutor em Biologia Vegetal - UFPE. Pós-doutorado pela UFPE e UPE, respectivamente no "Laboratório de Biologia Floral e Reprodutiva - CB" e "Laboratório de Ecologia - Campus Petrolina". Trabalha com Biologia da Polinização investigando a seleção fenotípica mediada por morcegos polinizadores e conduzindo atividades de divulgação científica.



Betina Blochtein

Bióloga, doutora em Zoologia. Professora titular da Pontifícia Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), e pesquisadora e orientadora no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Biodiversidade com foco em polinização agrícola e conservação e manejo de polinizadores.



Blandina Felipe Viana

Bióloga e agrônoma pela Universidade de Brasília, mestre e doutora em Ecologia pela Universidade de São Paulo, professora titular do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia. Pesquisadora na área de ecologia aplicada e ciência cidadã. Membro e co-fundadora da Rede Brasileira de Ciência Cidadã.



Caren Queiroz Souza

Bióloga e doutoranda em Ecologia pela Universidade Federal da Bahia no Programa de Pós-graduação Ecologia, Teoria, Aplicação e Valores. Membro e co-fundadora da Rede Brasileira de Ciência Cidadã.



Carolina Laura Morales

Ecóloga da polinização, pesquisadora do CONICET e professora na Universidade Nacional de Comahue. Estuda o impacto de espécies invasoras nas interações planta-polinizador, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. Interessada em aplicar este conhecimento para a conservação e uso sustentável e socialmente justo da natureza.



Cauã Galeazzi de Menezes

Internacionalista e técnico em meio ambiente, guia de observação de aves em Curitiba e Região Metropolitana e assistente de campo no EPHI Project - Brasil.



Celso Barbiéri

Gestor Ambiental, Mestre e Doutorando em Sustentabilidade pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Membro fundador da iniciativa Meliponicultura.org, pesquisador nas áreas de meliponicultura, conservação de abelhas sem ferrão e ciência cidadã.



Claire Carvell

Ecóloga de polinizadores do UK Centre for Ecology & Hydrology em Oxfordshire, Reino Unido. Coordenadora do Esquema de Monitoramento de Polinizadores do Reino Unido, que lançou a pesquisa "Contagem Cronometrada de Insetos Florais" (FIT Count) em 2017, e uma cientista líder na equipe do projeto SURPASS2.



Dalila Tiago do Nascimento Furtado de Mendonça

Arquiteta, urbanista, paisagista, mestre em Ciências em Arquitetura (área: História e Preservação do Patrimônio Cultural), PROARQ/FAU - UFRJ, pós-graduada em História da Arte e da Arquitetura (PUC-Rio) e em Educação Ambiental (UCAM/ENBT, RJ, Brasil). Docente e tecnóloga da Escola Nacional de Botânica Tropical (Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do RJ).



Eduardo Enrique Zattara

Biólogo formado pela Universidad Nacional del Comahue (Argentina) e PhD em Comportamento, Ecologia, Evolução e Sistemática na Universidade de Maryland, College Park (EUA). Pesquisador do CONICET, e professor associado do Museu Nacional de História Natural do Instituto Smithsonian e do Departamento de Biologia da Universidade de Indiana, Bloomington.



Eloi Evaldo Prodossimo

Músico, operador de máquinas. Observador de aves e borboletas desde criança, passando a fotografar de forma amadora a partir de 2007.



Fabiana Oliveira da Silva

Bióloga, doutora em Ecologia, docente na Universidade Federal de Sergipe e líder do grupo de pesquisa em polinização e agroecologia (LAPA). Realiza pesquisas interdisciplinares e transdisciplinares em biodiversidade e serviços ecossistêmicos, com ênfase em polinização, em ambientes manejados e naturais.



Felipe W. Amorim

Biólogo, doutor pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP e professor de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, campus de Botucatu. Atua na área de ecologia e evolução das interações animal-plantas, com ênfase nas interações planta-polinizador. Coordena o Laboratório de Ecologia da Polinização e Interações - LEPI.



Filipi Miranda Soares

Bibliotecário, mestre em Gestão e Organização do Conhecimento, doutorando em Engenharia de Computação pela Escola Politécnica da USP. Pesquisador na área de bioinformática e agricultura digital.



Francisco E. Fontúrbel

Biólogo, professor associado da Pontifícia Universidade Católica de Valparaíso, Chile. Estuda os efeitos das mudanças globais na biodiversidade e nas interações ecológicas, com ênfase na polinização e dispersão de sementes.



Gabriela Cáceres

Bióloga com interesse em ecologia molecular e polinizadores. Parte da equipe do projeto "Ciencia Ciudadana Peru". Pesquisadora de doenças tropicais.



Gerardo Pablo Gennari

Doutor em Medicina Veterinária - Trabalha no Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) Estación Experimental Agropecuária Famaillá (Tucumán, Argentina) desde 2006 na divisão Agroindústrias / Programa Nacional de Apicultura (PROAPI) como Técnico de Pesquisa nas áreas de Sanidade Apícola, Abelhas nativas e polinização de culturas.



Giselle Elena Muschett Rivera

É atualmente pós-doutoranda no Instituto de Ecologia e Biodiversidade (IEB). Ao longo de sua carreira, trabalhou com uma grande variedade de espécies da fauna, de mamíferos marinhos a insetos. Atualmente, busca compreender a genética populacional e os padrões migratórios do pequeno beija-flor (*Sephanoides sephanioides*) no Chile.



Héctor Jaime Gasca-Álvarez

Biólogo pela Universidade Nacional da Colômbia, mestre em Entomologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, doutor pelo Instituto de Ecologia A. C. Professor da Universidade Pedagógica e Tecnológica da Colômbia. Fundador e pesquisador da Corporação Sentido Natural. Pesquisador na área de entomologia com ênfase em Coleoptera.



Jaime Pacheco

Biólogo da Universidade Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), especialista em bioacústica de morcegos e colaborador do Centro de Pesquisa em Biodiversidade Sustentável (BioS) e do Museu de História Natural da UNMSM.



Jhonatan F. Santos

Lojista de profissão e naturalista nato. Admirador do micromundo dos insetos, especificamente de imaturos de mariposas e borboletas tendo grande admiração no acompanhamento de seus estágios de vida.



Jim Chiazzese

Oficial de Projetos do UK Centre for Ecology and Hydrology. A função inclui suporte de conteúdo global para o aplicativo FIT Count.



José Ricardo Miras Mermudes

Biólogo, doutor em Entomologia, professor associado na Universidade Federal do Rio de Janeiro e pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



Juan Pellón

Biólogo da Universidade Nacional Agrária La Molina. Pesquisador colaborador do Museu de História Natural da Universidade Nacional de San Marcos e mestrando da Universidade Nacional Autónoma do México. Focado no estudo das interações morcego-planta.



Karlla Vanessa de Camargo Barbosa

Bióloga, mestre em conservação ambiental e sustentabilidade e doutora em zoologia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Trabalha com pesquisa e conservação de aves desde 2005 e coordena projetos de ciência cidadã há mais de cinco anos.



Kayna Agostini

Bióloga, mestre e doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas. Docente da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e coordena a Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador (REBIPP) desde 2016. Atua na área de Biologia da Polinização, com enfoque na polinização de áreas urbanas e agrícolas.



Leonardo Galetto

Biólogo, doutor pela Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina, professor titular da Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales da UNC. Pesquisador CONICET. Realiza pesquisas transdisciplinares em polinização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos, com ênfase em manejo de sócio-agroecossistemas, valorações e conhecimentos ecológicos locais.



Lorena Viel

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências Ambientais e professora da Universidade de La Frontera, Chile. Sua pesquisa se concentra na conservação de polinizadores em paisagens urbanas e agrícolas e na polinização de safras. Membro da Rede de Polinização do Chile (RCP).



Lourdes Boero

Bióloga, Doutora em Ciências Biológicas. Pós-doutorado no CONICET com estágio no Instituto Multidisciplinar de Biología Vegetal (IMBIV, CONICET-UNC). Professora da Faculdade de Ciências Exatas, Físicas e Naturais da Universidad Nacional de Córdoba. Membro do Programa para a Conservação de Morcegos da Argentina.



Luis Flores-Prado

Mestre em Ciências (área: Entomologia) e Doutor em Ciências (área: Ecologia e Biología Evolutiva). Sua pesquisa se concentra na evolução da sociabilidade e especialização ecológica, em abelhas e outros grupos de insetos. Ele leciona na pós-graduação sobre Ecologia e Evolução de abelhas nativas.



Marcela Moré

Bióloga, Doutora em Ciências Biológicas pela Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Pesquisadora do CONICET no Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (CONICET-UNC). Pesquisa sobre as interações planta-polinizador de espécies nativas em uma perspectiva ecológica e evolutiva.



Marina P. Arbetman

Licenciada e Doutora em Biología - Universidad Nacional del Comahue. Pesquisadora do grupo de ecologia da polinização (EcoPol), Instituto de Pesquisa em Biodiversidade e Meio Ambiente INIBIOMA (Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Técnica - Universidad Nacional do Comahue).



Maristela Zamoner

Bióloga, mestre em zoologia, lepidopterologista atuante no Museu Botânico do Jardim Botânico de Curitiba, curadora da Coleção Ecológica de Entomologia do Museu Aberto de Biodiversidade do Instituto de Ciência e Tecnologia em Biodiversidade.



Matías Barceló

Biólogo, mestre em Ciências Biológicas e pesquisador de doutorado na Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Socio-ecología Costera e Centro de Ecología Aplicada.



Maureen Murúa

Ecóloga de polinização com um fascínio particular por sistemas especializados de polinização. Isso lhe permitiu obter uma compreensão dos processos e mecanismos subjacentes à interação planta-animal. Hoje, ela está explorando as dinâmicas ecológicas que se articulam na natureza, nas cidades e nos agrossistemas.



Mayara Faleiros Quevedo

Bióloga, mestre em Ciência Animal e doutoranda no Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Pesquisadora na área de Meliponicultura e produto das abelhas sem ferrão.



Melisa Gabriela Geisa

Dra. e Profa. em Ciências Biológicas pela Universidade Nacional de Córdoba, atualmente Pós-doutoranda do CONICET-INTA AER Cruz del Eje, investiga abelhas nativas sem ferrão do centro da Argentina, com especial interesse na nidificação, manejo, usos e qualidade de seus produtos (mel e pólen), da Etnobiologia e Melisopalinologia.



Mónica Torres-Pachón

Licenciada em Biologia pela Universidade Pedagógica Nacional, mestre e doutora pelo Instituto de Ecología A. C. Pesquisadora da Corporación Sentido Natural. Pesquisadora na área de entomologia com ênfase em taxonomia, sistemática e ecologia de Odonata.



Natacha P. Chacoff

Bióloga, doutora em Biologia. Pesquisadora do Instituto de Ecología Regional (CONICET-UNT) e professora da Faculdade de Ciências Naturais e IML da Universidade Nacional de Tucumán. Pesquisadora na área de ecologia das interações planta-animal.



Natalia Pirani Ghilardi-Lopes

Bióloga, doutora pela Universidade de São Paulo, professora associada do Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC. Pesquisadora na área de ciência cidadã. Membro e co-fundadora da Rede Brasileira de Ciência Cidadã.



Onildo João Marini-Filho

Biólogo, doutor em Ecologia e Conservação da Vida Silvestre pela Universidade Federal de Minas Gerais, analista ambiental do CBC/ICMBio. Pesquisador na área de conservação e monitoramento de borboletas e entusiasta da ciência cidadã. Atualmente coordena o Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Insetos Polinizadores.



Pablo Mulieri

Doutor em ciências biológicas pela Universidade de Buenos Aires. Pesquisador do CONICET especializado em sistemática e ecologia de dípteros. Curador da Coleção Nacional de Entomologia e Chefe da Divisão de Entomologia do Museu Argentino de Ciências Naturais "Bernardino Rivadavia" (MACN).



Paz Gatica-Barrios

Estuda a ecologia da polinização em agroecossistemas e a disseminação do conhecimento sobre a natureza por meio das artes cênicas.



Roberto Cyrino

Web designer, criador de websites e documentos em ambientes online, administrador do portal de observação de aves "Passarinhando" e do portal "Borboletas do Brasil, Cidadão Cientista".



Rodrigo Barahona-Segovia

Biólogo marinho, mestre em ecologia e biologia evolutiva, doutor em Ciências Silvoagropecuárias e Veterinárias, pesquisador de pós-doutorado na Universidade de Los Lagos e pesquisador responsável pelo projeto de ciência cidadã "Moscas Florícolas de Chile".



Rosa Villanueva

Bióloga da Universidade Nacional Agrária La Molina (UNALM). Pesquisadora do Herbário MOL-FCF da UNALM e da Divisão de Ecologia Vegetal da CORBIDI. Focada na conservação dos recursos naturais, bem como no conhecimento da flora das florestas montanhosas e pré-montanas.



Sérgio Messias

Empresário, formação na área de análise e desenvolvimento de sistemas de informática, fotógrafo amador de seres da natureza, cidadão cientista.



Sheina Koffler

Bióloga, mestre e doutora em Ecologia pela Universidade de São Paulo. Pesquisadora no Instituto de Estudos Avançados da USP nas áreas de ciência cidadã e ecologia de abelhas. Membro e co-fundadora da Rede Brasileira de Ciência Cidadã.



Tiago Barbosa

Fotógrafo de natureza, estudioso de ciclos de borboletas e plantas hospedeiras.



Tiago Maurício Franco

Biólogo pela Universidade de São Paulo, Professor Associado na EACH - USP, onde trabalha com biologia da conservação de espécies de abelhas nativas e introduzidas, meliponicultura e uso biotecnológico dos produtos das abelhas.



Vera Lúcia Imperatriz Fonseca

Bióloga, com formação em Zoologia e Ecologia, fez sua carreira acadêmica na Universidade de S. Paulo. Sua principal atividade nos últimos anos tem sido com a biodiversidade e uso sustentável dos polinizadores, especialmente abelhas. Foi Co-Chair da Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da IPBES. Pesquisadora Senior do CNPq.



Victoria Campopiano Robinson

Aluna do Bacharelado em Biologia da Universidade Nacional de Comahue. Atualmente trabalhando com o projeto de ciência cidadã "Vi Un Abejorro" para monitorar as mamangavas na Argentina.

Sumário

| | |
|--|----|
| Prefácio | 15 |
| Blandina Felipe Viana | |
| Apresentação | 17 |
| Natalia P. Ghilardi-Lopes e Eduardo E. Zattara | |
| Seção I - Aspectos ecológicos dos polinizadores | 19 |
| 01. Polinização: um serviço ecossistêmico completo. | 21 |
| Kayna Agostini, Leonardo Galetto, Lorena Vieli, Maureen Murúa, Natacha P. Chacoff, Tiago Maurício Francoy | |
| 02. Paisagismo funcional - uma forma de juntar estética e ecologia | 25 |
| Alexandra Aparecida Gobatto, Dalila Tiago do Nascimento Furtado de Mendonça, Kayna Agostini, Leonardo Galetto, Lorena Vieli, Natacha P. Chacoff | |
| 03. Abelhas exóticas invasoras no sul da América do Sul | 31 |
| Rodrigo M. Barahona-Segovia, Carolina L. Morales | |
| Seção II - Os grupos de polinizadores da América do Sul | 37 |
| 04. Abelhas e polinização | 39 |
| Celso Barbiéri, Luis Flores-Prado, Tiago Mauricio Francoy, Melisa Gabriela Geisa, Gerardo Pablo Gennari, Mayara Faleiros Quevedo | |
| 05. Borboletas e mariposas (Lepidoptera) e seu papel como polinizadores. | 47 |
| Marcela Moré, Onildo João Marini Filho, Felipe W. Amorim | |
| 06. Coleópteros como polinizadores: diversidade e distribuição na América do Sul | 57 |
| Héctor Jaime Gasca-Álvarez, Mónica Torres-Pachón, José Ricardo M. Mermudes | |
| 07. Polinização e as Aves | 65 |
| Karlla V. C. Barbosa, Kayna Agostini | |
| 08. Polinização por morcegos e sua importância | 73 |
| Lourdes Boero, Kayna Agostini, Arthur Domingos-Melo | |

| | |
|--|------------|
| 09. Moscas (dípteros) e seu papel na polinização | 81 |
| Rodrigo M. Barahona-Segovia, Arthur Domingos-Melo, Marcela Moré, Pablo Mulieri | |
| Seção III - Ciência cidadã e polinizadores | 87 |
| 10. Como se tornar um cientista cidadão? | 89 |
| Marina P. Arbetman, Rodrigo M. Barahona-Segovia, Adriana Burgos, Alexandra Aparecida Gobatto, Sheina Koffler, Caren Queiroz Souza | |
| 11. Os Guardiões dos polinizadores e do serviço de polinização | 95 |
| Blandina Felipe Viana, Caren Queiroz Souza, Fabiana Oliveira da Silva, Betina Blochtein, Angelo Loula | |
| 12. Projeto BeeKeep #cidadãoasf - abelhas e ciência cidadã | 103 |
| Sheina Koffler | |
| 13. Listas Ecológicas de Espécies de Borboletas (LEEB) – Curitiba e Paraná | 107 |
| Adolf Carl Krüger, Anderson Warkentin, Cauã Galeazzi de Menezes, Eloi Evaldo Prodossimo, Jhonatan F. Santos, Maristela Zamoner, Roberto Cyrino, Sérgio Marlon Messias, Tiago A. S. Barbosa | |
| 14. Monitoramento da visitação de flores com Contagem Cronometrada de Visitantes Florais (FIT Count) | 115 |
| Claire Carvell, Jim Chiazzese, Eduardo E. Zattara, Francisco E. Fontúrbel, Giselle Muschett Rivera, Natalia Pirani Ghilardi-Lopes, Filipi Miranda Soares | |
| 15. Conhecendo as moscas das flores do Chile: um projeto com e para as pessoas. | 121 |
| Rodrigo M. Barahona-Segovia, Paz Gatica-Barrios, Matías Barceló | |
| 16. Abelha Procurada - Procura-se viva a abelha invasora: <i>Bombus terrestris</i> .. | 125 |
| André Luis Acosta, Vera Lúcia Imperatriz Fonseca, Antônio Mauro Saraiva | |
| 17. Morcegos urbanos em Lima (Peru), um reencontro com nossos vizinhos noturnos | 133 |
| Amanda Vilchez, Jaime Pacheco, Juan J. Pellón, Gabriela Cáceres, Rosa Villanueva | |
| 18. Ciência cidadã argentina - Projeto “Vi Un Abejorro” | 139 |
| Marina P. Arbetman, Carolina L. Morales, Victoria Campopiano Robinson, Eduardo E. Zattara | |
| Glossário | 145 |

Prefácio

Blandina Felipe Viana

Membro do Comitê Gestor da Rede Brasileira de Ciência Cidadã - RBCC e
Professora Titular da Universidade Federal da Bahia

O Livro “Ciência cidadã e polinizadores da América do Sul” nos proporciona, por meio de uma linguagem clara, direta e acessível, uma leitura útil e prazerosa. É uma obra original que reúne pela primeira vez, em um mesmo volume, conhecimentos robustos sobre polinizadores e experiências exitosas de projetos de ciência cidadã conduzidas na América do Sul, com foco nessa biodiversidade.

A importância dos polinizadores para a sustentabilidade da vida no planeta e bem-estar humanos já vem sendo comunicada à sociedade por especialistas há mais de duas décadas. Recentemente, informações confiáveis, baseadas em conhecimentos científico, tradicional e local, acerca dos polinizadores, das ameaças que esses vem sofrendo e dos riscos relacionados ao declínio da riqueza e populações desses animais para nossa existência, foram compiladas e sistematizadas por especialistas do mundo inteiro em relatórios de avaliações temáticas.



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

Nesses relatórios, os especialistas apresentaram orientações e recomendações aos formuladores de políticas e tomadores de decisão, para lidar com os fatores de risco e ajudar a nortear ações de proteção dessa biodiversidade, e das suas contribuições para as pessoas, incluindo estratégias para (i) melhorar as condições atuais para os polinizadores e manutenção da polinização, (ii) transformar as paisagens agrícolas em paisagens amigáveis para esses animais e (iii) transformar a relação dos seres humanos com a natureza.

Especialistas também reportaram a existência de importantes lacunas de conhecimento sobre o status dos polinizadores na maior parte do planeta e da eficácia de medidas para protegê-los, tendo em vista que as evidências atuais documentadas são limitadas aos efeitos de curto prazo na escala local, destacando assim a necessidade de implementação de programas regionais de monitoramento de longa duração, em amplas escalas, para acompanhar a dinâmica espacial e temporal dos diversos grupos taxonômicos de polinizadores, em diferentes habitats, e para avaliar o impacto das mudanças ambientais sobre essa biodiversidade a longo prazo.

A ciência cidadã, por ser uma abordagem de pesquisa participativa que aproxima cientistas profissionais de voluntários interessados em ciências, é uma opção bastante promissora para colocar em prática estratégias que visam o manejo sustentado e a proteção dos polinizadores e da polinização, e preencher lacunas de conhecimentos. Estudos baseados em iniciativas conduzidas em países com tradição na adoção dessa abordagem têm revelado que a ciência cidadã tem potencial para produzir dados em largas escalas espaço-temporais sobre os polinizadores, promover educação ambiental e científica dos envolvidos e aproximar os humanos da natureza.

Assim, para quem deseja conhecer mais sobre os polinizadores e iniciar projetos de ciência cidadã, essa é a obra indicada. Aqui você irá encontrar informações básicas e relevantes sobre a diversidade dos principais grupos taxonômicos de polinizadores e suas relações com as plantas e conhecerá algumas experiências atuais e inspiradoras de projetos de ciência cidadã com esses grupos de animais, conduzidas em países da América do Sul, e receberá orientações de como se tornar um cientista cidadão.

Apresentação

Natalia P. Ghilardi-Lopes¹ e Eduardo E. Zattara²

¹ Centro de Ciências Naturais e Humanas da Universidade Federal do ABC - UFABC, São Bernardo do Campo - SP, Brasil; Rede Brasileira de Ciência Cidadã.

² Grupo de Ecología de la Polinización. Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA) Universidad Nacional del Comahue - CONICET, Bariloche, Argentina.

As alterações dos ambientes naturais provocadas pelo ser humano, como a fragmentação de ecossistemas, mudanças no uso do solo, alterações climáticas, exploração exacerbada de recursos do ambiente, uso de pesticidas e agrotóxicos, entre outros, impõem ameaças aos seres vivos que ali habitam. Entre estes seres, estão diversos grupos de organismos que visitam plantas com flores para obtenção de recursos e que, ao visitarem estas plantas, acabam promovendo a polinização. A polinização é um processo fundamental para que ocorra a reprodução de diversas espécies de plantas, levando à formação de sementes e frutos. Por causa disso, esse processo é importante também para nossa sobrevivência, pois utilizamos muitas destas sementes e muitos destes frutos para nossa alimentação. Além disso, a produção de sementes e frutos pode gerar emprego e renda para muitas pessoas. As plantas e os polinizadores, portanto, oferecem-nos serviços. Sim, isso mesmo! Chamamos isso de serviços ecossistêmicos.



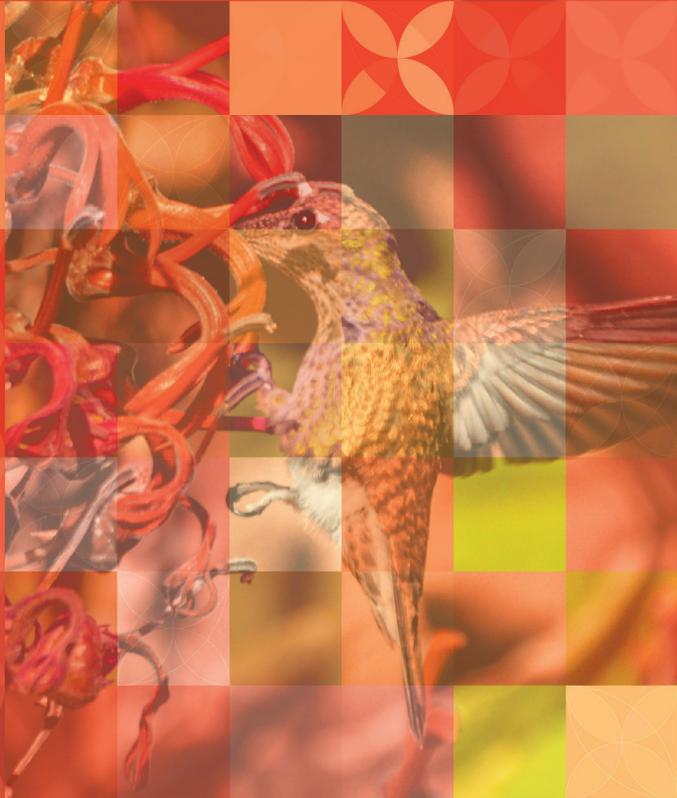
Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

Se quisermos, portanto, que nosso planeta seja sustentável a longo prazo, precisamos pensar na conservação destas espécies e de muitas outras também.

Aqui neste livro, abordaremos alguns aspectos ecológicos dos polinizadores, com ênfase na América do Sul. Em especial, na Seção I será trabalhado o conceito de serviço ecossistêmico (Capítulo 1), formas de se trabalhar os ambientes urbanos para que sejam mais amigáveis aos polinizadores (Capítulo 2) e a questão da presença de espécies que não são naturais dos países Sul-Americanos e os problemas ecológicos que elas podem acarretar (Capítulo 3). Na Seção II, serão apresentados os grupos principais de organismos polinizadores que existem na América do Sul e as características que você pode utilizar para reconhecer estes grupos (Capítulos 4 a 9). Nós consideramos que o envolvimento de todas as pessoas para que sejam produzidos novos conhecimentos científicos sobre estes organismos, os quais possam ser usados para embasar ações de manejo e conservação ambiental, é mais do que desejado. Ao processo de participação pública na ciência, a partir de parcerias entre cientistas e interessados em ciência, damos o nome de ciência cidadã. Existem diferentes projetos de ciência cidadã, envolvendo os grupos de organismos polinizadores, em andamento nos diferentes países da América do Sul. Na Seção III, você poderá entender melhor como fazer para tornar-se um cientista cidadão ou uma cientista cidadã (Capítulo 10) e serão dados exemplos de projetos atualmente em andamento e com os quais você pode colaborar (Capítulos 11 a 18). Como são utilizados em vários trechos do livro alguns termos que talvez não sejam do seu conhecimento, deixamos estes termos destacados no texto (em vermelho e sublinhado) para que você possa consultá-los no Glossário ao final do livro. Este livro foi produzido com o apoio do projeto SURPASS2 - Safeguarding Pollinators and Pollination Services (<https://bee-surpass.org/>), uma colaboração internacional entre Argentina, Brasil, Chile e Reino Unido. Foi realizado a muitas mãos, envolvendo não apenas seus 60 autores (52 cientistas acadêmicos e 8 cientistas cidadãos), mas também todos os cientistas participantes do projeto SURPASS2 e todos os cientistas cidadãos que contribuíram para os projetos descritos na Seção III. A todos eles nossos sinceros agradecimentos!

SEÇÃO I

ASPECTOS ECOLÓGICOS DOS POLINIZADORES



<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s01c01.pt>

Polinização: um serviço ecossistêmico completo

Kayna Agostini¹, Leonardo Galetto², Lorena Vieli³, Maureen Murúa⁴, Natacha P. Chacoff⁵, Tiago Maurício Franco⁶

¹ Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, DCNME, Araras, São Paulo, Brasil, kayna@ufscar.br

² Departamento de Diversidad Biológica y Ecología, Facultad de CEFyN, Universidad Nacional de Córdoba y CONICET, Argentina, leo@imbiv.unc.edu.ar

³ Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES) y Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile, lorena.vieli@ufrontera.cl

⁴ Centro GEMA: Genómica, Ecología y Medio Ambiente, Facultad de Estudios Interdisciplinarios, Universidad Mayor, Camino La Pirámide 5.750, 8.5.80745, Santiago, Chile, maureen.murua@gmail.com

⁵ Instituto de Ecología Regional (CONICET-UNT) y Facultad de Cs. Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina, nchacoff@gmail.com

⁶ Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, São Paulo, SP, Brasil, tfrancoy@usp.br

A **polinização** é uma interação ecológica que contribui para o bem estar humano, pois proporciona múltiplos benefícios, por isso é considerada um **serviço ecossistêmico**. Este serviço pode ser de regulação (mantém a **variabilidade genética** das populações de plantas nativas que sustentam a **biodiversidade**), de provisão (garante o abastecimento confiável e diversificado de frutas, sementes, mel, entre outros) ou cultural (promove valores culturais relacionados ao conhecimento tradicional) (Figura 1). Assim, podemos dizer que os **polinizadores** contribuem para a produção de alimentos (frutas, vegetais, óleos), medicamentos (salgueiro, cinchona), biocombustíveis (soja, canola e dendê), fibras (algodão e linho), materiais de construção (madeira), instrumentos musicais (chocalho) e são relevantes em atividades educacionais, recreativas, religiosas e culturais.



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.



FIGURA 1. Classificação do Serviço Ecossistêmico de Polinização.

Crédito das fotos: João Paulo Krajewski (esquerda), Vivian Zambon (centro) e Kayna Agostini (direita).

Geralmente, o potencial da **polinização** como serviço ecossistêmico é destacado quando associado à produção de alimentos, uma vez que $\frac{2}{3}$ das espécies cultivadas das quais nos alimentamos dependem ou se beneficiam da presença de polinizadores. Estudos realizados nos últimos 40 anos têm reforçado o papel dos polinizadores na saúde e nutrição humana, uma vez que os cultivos dependentes de polinizadores englobam uma grande diversidade de frutas, vegetais, sementes, nozes e oleaginosas, que fornecem grandes proporções de micronutrientes, vitaminas e minerais na dieta humana.

A grande maioria das espécies de polinizadores são **selvagens**, ou seja, não são manejadas pelo homem. Isso inclui mais de 20.000 espécies de abelhas, bem como espécies de moscas, borboletas, mariposas, vespas, besouros, trips, aves, morcegos e outros vertebrados que também são polinizadores eficientes. Algumas espécies de abelhas são manejadas para a polinização das culturas, como a abelha melífera (*Apis mellifera*), algumas abelhas **solitárias** e as mamangavas. Tanto os polinizadores selvagens quanto os manejados desempenham um papel importante na polinização dos cultivos, embora suas contribuições relativas possam diferir dependendo da localização e das espécies cultivadas. A espécie *Apis mellifera* é **exótica** no continente americano e, além de sua importância agrícola, esta espécie fornece cerca de 1,6 milhão de toneladas de mel por ano e é o polinizador mais difundido do mundo, com cerca de 81 milhões de colmeias. A apicultura (criação de *Apis*) é uma importante fonte de renda para os proprietários rurais.

Atualmente, muitos estudos mostram que o rendimento e a qualidade dos cultivos dependem da abundância e **diversidade** dos polinizadores. Em geral, uma

comunidade de polinizadores mais diversa realiza uma polinização mais eficiente e estável quando comparada à **introdução** de apenas uma espécie manejada (por exemplo, a abelha melífera). A contribuição dos polinizadores selvagens para a produção agrícola e para a manutenção e conservação dos ecossistemas naturais é subestimada e ainda precisamos desenvolver muitos estudos para compreender a total contribuição dos polinizadores **nativos** para a valorização deste serviço ecossistêmico.

Portanto, existem várias oportunidades para melhorar o serviço ecossistêmico de polinização, reduzir as ameaças aos polinizadores e aumentar o valor agregado dos produtos agrícolas associados à polinização animal. Práticas amigáveis aos polinizadores são ações importantes para manter as populações de polinizadores em agroecossistemas. Essas práticas estão relacionadas à uma agricultura mais **sustentável** com aplicação de princípios agroecológicos, intensificação ecológica da paisagem agrícola (como manejo de espécies importantes para os polinizadores, por exemplo construção de cercas vivas), produção orgânica / certificação ambiental, menor uso de insumos químicos (pesticidas, fungicidas), formas alternativas de controle e manejo de pragas e doenças.

A conservação dos polinizadores e do serviço ecossistêmico de polinização em paisagens agrícolas e urbanas é possível através de várias estratégias que visam o fornecimento de recursos alimentares, áreas de refúgio e reprodução para os polinizadores, tais como: 1) manutenção de habitats naturais livres de perturbações, 2) plantio de cercas vivas no entorno dos cultivos, 3) implantação de corredores ecológicos tanto nas cidades quanto nos campos agrícolas, 4) diversificação da matriz do cultivo, 5) recuperação de áreas degradadas com espécies vegetais **nativas** amigáveis aos **visitantes florais** e 6) promoção da floração das espécies de plantas nativas em áreas verdes urbanas e jardins residenciais em geral. Essas oportunidades podem gerar ganhos de produtividade e maior sustentabilidade da agricultura, além de aumentar o valor agregado de alimentos e outros produtos como cera, **pólen** e **própolis**, por meio de diferentes certificações relacionadas a práticas amigáveis ao meio ambiente. Dessa forma, ao conservar e promover os polinizadores, o ser humano é beneficiado em múltiplas dimensões, relacionadas à saúde humana, à sustentabilidade ambiental e à cultura.

SUGESTÕES DE LEITURA

Costanza R, de Groot R, Braat L, Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., & Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28(Pt A), 1-16. <http://doi.org/10.1.016/j.ecoser.2.017.09.008>.

Garibaldi, L. A., Morales, C., Ashworth, L., Chacoff, N. P., & Aizen, M. A. (2012). Los polinizadores en la agricultura. *Ciencia Hoy*, 21(126), 34-43.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services - IPBES. (2016). *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production* (552 p.). Bonn, Germany: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewnter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 303-313. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2006.3.721>.

Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos - BPBES. Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador - REBIPP. (2019): *Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil* (184 p.). São Carlos, SP: Editora Cubo. <http://doi.org/10.4.322/978-85-6.0.064-83-0>.

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s01c02.pt>

Paisagismo funcional - uma forma de juntar estética e ecologia

Alexandra Aparecida Gobatto¹, Dalila Tiago do Nascimento Furtado de Mendonça², Kayna Agostini³, Leonardo Galetto⁴, Lorena Vieli⁵, Natacha P. Chacoff⁶

¹ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Centro de Responsabilidade Socioambiental, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, agobatto@jbrj.gov.br

² Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, dalila@jbrj.gov.br

³ Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, DCNME, Araras, São Paulo, Brasil, kayna@ufscar.br

⁴ Departamento de Diversidad Biológica y Ecología, FCEF y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IMBIV), Córdoba, Argentina, leo@imbiv.unc.edu.ar

⁵ Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES) y Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera, Chile, lorena.vieli@ufrontera.cl

⁶ Instituto de Ecología Regional (CONICET-UNT) y Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, nchacoff@gmail.com

Este capítulo trata do Paisagismo Funcional urbano e de sua importância no bem-estar dos cidadãos e na conservação da **biodiversidade**, especialmente dos **polinizadores**. Para abordarmos o tema vamos, primeiro, saber mais sobre o Paisagismo.

Paisagismo deriva da palavra *paisagem* que, etimologicamente, vem de *país*, do latim «*pagus*» e que significa área demarcada, espaço ou território delimitado segundo um observador e numa determinada escala de contemplação. Do ponto de vista da



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

Ecologia, a paisagem é um mosaico de unidades variadas que interagem entre si. O Paisagismo em ambientes urbanos, portanto, prevê uma “aliança” entre a Natureza, a Arte e a Técnica, com a finalidade de planejar e projetar, criar e recuperar, gerir e preservar os mais diferentes espaços verdes, em diferentes dimensões, nos ambientes públicos ou privados.

Através do paisagismo, as paisagens dos lugares são transformadas ou organizadas de modo a atender a diferentes interesses, valores, objetivos ou demandas vindos de distintos atores sociais, em consonância com diferentes saberes. Harmonizar os ambientes conciliando as áreas verdes com toda a **diversidade** de seres que a habitam é um grande desafio para o Paisagismo do futuro, uma vez que, há séculos, se vem priorizando a homogeneização dos espaços com espécies **exóticas** e por critérios estéticos eurocêntricos. Sob o olhar da Arquitetura e do Urbanismo, a paisagem é, ainda, um fator de aferição da qualidade de um ambiente estruturado por elementos dinâmicos que interagem entre si, no tempo e no espaço. Por isso, a paisagem inclui também as pessoas, seus estilos de vida e costumes, sua cultura e tradições, ou seja, a identidade dos lugares.

Diante dos dilemas ambientais e seus consequentes impactos na natureza observamos cada vez mais projetos paisagísticos que incorporam, além das diretrizes de composição estética, o viés ecológico. Essa composição prioriza, por exemplo, o uso de espécies da flora nativa a fim de não obstruir as inter-relações ecológicas inerentes pois, embora os ambientes urbanos estejam altamente impactados e modificados pela ação humana, ainda sustentam muitos processos ecológicos e **serviços ecossistêmicos**, incluindo a **dispersão** de sementes, **polinização** (Figura 1), filtração do ar, regulação do microclima, redução de ruídos, entre outros.

À essa visão sistêmica da paisagem que considera no ambiente as relações ecológicas existentes, a mitigação dos impactos e a função de embelezamento denominamos de **Paisagismo Ecológico** ou **Funcional**.

O QUÃO IMPORTANTE É A NATUREZA PARA O BEM-ESTAR DOS SERES HUMANOS?

Existem muitos estudos que apontam os benefícios do contato das pessoas com os espaços naturais (Figura 2), tanto ao nível individual (pela saúde mental e física) como ao nível comunitário (interação social). Esses efeitos positivos podem ser parte da atração inerente do ser humano pela natureza, chamada de **Biofilia**, conceito este apresentado pela primeira vez pelo ecólogo e pesquisador Edward Osborne Wilson na década de 80, em seu livro homônimo. Assim, reconectar pessoas com os ambientes naturais através do paisagismo funcional promove o bem-estar e a saúde das pessoas e equilibra os ambientes.



FIGURA 1. Polinizadores em visita às flores de plantas nativas em ambientes urbanos. À esquerda, abelha de mel em inflorescência perfumada; à direita, o “beija-flor de barbicha” em visita a flor de “sacha huasca” (*Dolichandra cynanchoides* Cham.).

Crédito da foto: Leonardo Galetto.



FIGURA 2. Áreas de visitação do arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Crédito das fotos: Frederico Rossi (direita) e Alexandre Machado (direita).

AS CIDADES E OS EFEITOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE OS POLINIZADORES

As cidades podem contribuir decisivamente para a conservação dos vários animais que realizam contribuições da natureza para o ser humano, entre eles os **polinizadores**. Por meio de projetos paisagísticos que considerem a estética e a ecologia, os espaços verdes urbanos podem se conectar funcionalmente uns aos outros, formando “corredores ou conectores ecológicos” (Figura 3) que permitem o ir e vir da fauna polinizadora e o seu respectivo sustento. Praças, parques, hortas, alamedas, telhados verdes e jardins verticais podem servir de refúgios importantes para os polinizadores, uma vez que oferecem abrigo e alimentação para a subsistência desses animais fora de seu habitat.



FIGURA 3. À esquerda, um rio como corredor ecológico, quando atravessa ambientes urbanos como La Bolsa e Villa Los Aromos, Córdoba, Argentina. À direita, um parque urbano com uma planta nativa visitada por mariposas noturnas em Córdoba, Argentina.

Crédito da foto: Leonardo Galetto.

O desaparecimento dos polinizadores leva à diminuição das variedades das plantas como, também, à baixa produção de alimentos, impactando negativamente a base da [cadeia alimentar](#) no planeta. Os principais motivos que levam a esse cenário são a perda e fragmentação dos habitats causados pelo desmatamento, queimadas, intensificação agropecuária, mudanças no uso da terra, introdução de espécies [exóticas](#) de animais e plantas, de pragas e doenças, uso indiscriminado de agrotóxicos e mudanças climáticas.

São várias as medidas práticas recomendadas para os grandes centros urbanos e seus arredores na tentativa de mitigar os efeitos danosos do desequilíbrio ambiental. Entre elas, o plantio de maior número de árvores principalmente de espécies nativas de cada região, a promoção de coberturas naturais do solo, a manutenção dos refúgios de [biodiversidade](#) (Figura 4), a recuperação dos rios e [matas ciliares](#), para alcançarmos ambientes cada vez mais sustentáveis.

Estudos científicos analisaram o impacto da urbanização sobre os polinizadores, utilizando nas investigações certas características desses animais como [sociabilidade](#), hábitos de [nidificação](#) e amplitude da dieta. Os resultados obtidos apontaram que a urbanização afeta a abundância de algumas espécies de polinizadores em detrimento de outras. Os estudos que revelaram impactos positivos sobre a abundância e diversidade de polinizadores foram aqueles realizados em áreas de urbanização moderada associadas às zonas periféricas e às residenciais espaçadas, de baixo número populacional e percentual de superfície pavimentada entre 20-50%. Essas áreas favoreceram os polinizadores por oferecerem recursos alimentares, locais



FIGURA 4. Arboreto do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil, um refúgio de biodiversidade em espaço urbano.

Crédito da foto: Alexandre Machado.

de **nidificação** e corredores ecológicos que se conectam com as áreas naturais. Os polinizadores **generalistas** foram mais comuns nas cidades do que aqueles que buscam flores com características específicas, chamados de especializados. O hábito de nidificação foi uma característica igualmente importante, visto que os animais que nidificam no solo, em geral, foram prejudicados pela urbanização. As espécies que fazem seus ninhos em cavidades rochosas ou na madeira (por exemplo, abelhas sem ferrão) foram abundantes em algumas áreas urbanas, assim como as espécies **sociais** de polinizadores em relação àquelas de hábitos solitários. Possivelmente, isso se deve ao fato de que o caráter de sociabilidade dos insetos facilita sua sobrevivência nas áreas urbanas.

Dessa forma, os espaços verdes urbanos se revelam como importantes na geração de habitat para polinizadores, principalmente quando proporcionam (1) alta diversidade de recursos florais (como néctar, **pólen**, óleos, etc), favorecendo as espécies nativas da região e em quantidade disponível ao longo do ano; (2) espaços sem perturbações e adequados para a reprodução daqueles animais e (3) corredores ecológicos para conectar os espaços verdes urbanos com as áreas naturais dos arredores. Nos últimos anos se tem registrado crescente preocupação da comunidade científica sobre as implicações decorrentes da diminuição da **biodiversidade** e das diversas contribuições da natureza para as pessoas. Assim, as cidades podem contribuir decisivamente para a conservação dos polinizadores através da gestão adequada dos espaços verdes públicos e privados, desenvolvida na perspectiva do Paisagismo Funcional.

SUGESTÕES DE LEITURA

Fonseca, V. L. I., Canhos, D. L., Alves, D. A., & Saraiva, M. A. (Orgs.) (2012). *Polinizadores do Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais* (488 p.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Herzog, C. P. (2013). *Cidade para Todos: (re) Aprendendo a Conviver com a Natureza*. Rio de Janeiro: Editora Mauad X.

Metzger, J. P. (2001). O que é ecologia das paisagens? *Biota Neotropica*, 1(1-2), 1-9. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>.

Morelli, M. R. S. (2012). *Jardins Sustentáveis: Princípios e Técnicas de Sustentabilidade Aplicados a Projetos de Jardins*. Porto Alegre: Editora Rigel.

Sarata, F. G. (2011). *Paisagismo urbano: requalificação e criação de imagens*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP).

Wenzel, A., Grass, I., Belavadi, V. V., & Tschardtke, T. (2020). How urbanization is driving pollinator diversity and pollination - A systematic review. *Biological Conservation*, 241, 108321. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108321>.

Wilson, E. O. (1986). *Biophilia* (157 p.). Cambridge: Harvard University Press.

Abelhas exóticas invasoras no sul da América do Sul

Rodrigo M. Barahona-Segovia^a, Carolina L. Morales^b

^a Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, avda. Fuchslöcher 1305, Osorno, Chile, rbarahona13@gmail.com

^b Grupo Ecología de la Polinización, INIBIOMA (CONICET-Universidad Nacional del Comahue), Río Negro, Argentina, moralesc@comahue-conicet.gob.ar

O QUE SÃO ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS?

Desde tempos imemoriais, o ser humano tem contribuído para a movimentação de outros seres vivos entre diferentes regiões da terra, introduzindo espécies em novos lugares, onde são consideradas não nativas ou exóticas. Algumas introduções são voluntárias, por exemplo, para fins produtivos (plantações, abelhas melíferas), enquanto outras são acidentais (abelhas carpinteiras, sementes de silos). A maioria das espécies introduzidas não consegue sobreviver em uma nova região, porém, algumas delas conseguem sobreviver, reproduzir e se estabelecer, dando origem a populações persistentes e independentes do ser humano. Quando essas espécies se dispersam atingindo abundâncias consideráveis, elas se tornam invasoras e podem causar problemas para a biodiversidade e para as próprias pessoas. Em nossa região, temos várias espécies de abelhas exóticas (alguns exemplos na Tabela 1 e Figura 1). Embora a maioria seja solitária e introduzida acidentalmente, as abelhas exóticas invasoras mais importantes em termos de seus impactos são as abelhas sociais que foram introduzidas deliberadamente.



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

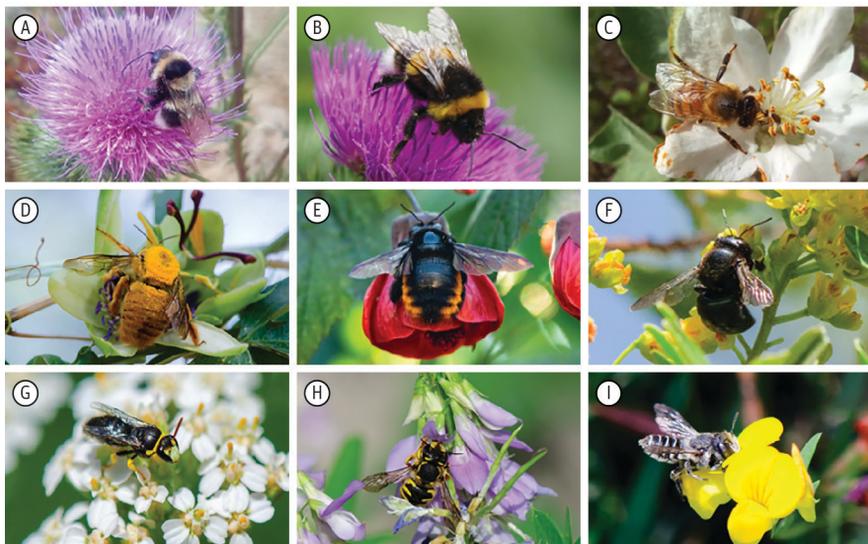


FIGURA 1. Abelhas exóticas invasoras: (A) *Bombus ruderatus*, em cardo, Reserva Nacional Los Queules; (B) *Bombus terrestris* visitando cardo (*Carduus* sp.), Curicó; (C) *Apis mellifera* em macieira (*Malus domestica*), Curicó; (D) *Xylocopa augusti* macho, visitando maracujá (*Passiflora* sp.); (E) Fêmea de *Xylocopa augusti*, visitando *Abutilon* sp., Curicó; (F) *Xylocopa splendidula* visitando *Caesalpinia spinosa*; (G) *Hylaeus euxanthus* visitando milefólio (*Achillea millefolium*); (H) *Anthidium manicatum* visitando uma Fabaceae e (I) *Megachile rotundata* visitando *Lotus* sp.

Crédito das fotos (obtidas no Chile): (A) e (C) de Rodrigo Barahona-Segovia, (B) de Joaquín Sepúlveda, (E) de Gerardo Carinao, (D), (F), (G), (H) e (I) de Gabriela Germain.

TABELA 1. Exemplos de abelhas exóticas invasoras solitárias presentes no sul da América do Sul*.

| família / espécie | Origem / país(es) invadido(s) | tipo de introdução | Características morfológicas |
|--|-------------------------------|--------------------|--|
| Apidae / <i>Xylocopa augusti</i> (Figura 1D-E) | Neotropical / Chile | acidental | Machos de cor laranja/ fêmeas negras com faixas laranja nas bordas do abdome |
| Apidae / <i>Xylocopa splendidula</i> (Figura 1F) | Neotropical / Chile | acidental | Machos e fêmeas de cor azul metálico. Machos com clipeo e labro de cor amarelo |

*Observe que, nesta região, algumas espécies são consideradas nativas em alguns países, mas não nativas em outros.

TABELA 1. Continuação...

| família / espécie | Origem / país(es) invadido(s) | tipo de introdução | Características morfológicas |
|---|---|--------------------------------------|---|
| Colletidae / <i>Chilicola rostrata</i> | Neotropical / Chile | acidental | Corpo de cor café com cabeça alongada, pernas e antenas amarelas. |
| Colletidae / <i>Hylaeus euxanthus</i> (Figura 1G) | Australasia / Chile | acidental | Machos negros com as zonas oral, paraocular, pronoto e pernas amarelos. Fêmeas amarelas apenas na área paraocular. |
| Colletidae / <i>Hylaeus punctatus</i> | Paleártico / Argentina e Chile | acidental | Similar a <i>H. euxanthus</i> exceto pelo pronoto preto e pernas parcialmente amarelas. |
| Megachilidae / <i>Anthidium manicatum</i> (Figura 1H) | Eurásia-África / Brasil e Chile | acidental | De cor escura, manchas amarelas atrás dos olhos, abdome com um par de máculas amarelas e de formato variável. |
| Megachilidae / <i>Lithurgus huberi</i> | Indo-Australiano / Argentina, Brasil e Paraguai | acidental | Corpo de cor castanha, coberto por abundantes cerdas amarelas. Manchas de pilosidade laranja no final do abdome. |
| Megachilidae / <i>Megachile concinna</i> | África / Argentina | acidental | Corpo de cor escura, cerdas amarelas na cabeça e no tórax; faixas amarelas na borda posterior dos segmentos abdominais. |
| Megachilidae / <i>Megachile rotundata</i> (Figura 1I) | Paleártico / Chile | deliberada (para polinizar cultivos) | Similar em aparência a <i>M. concinna</i> . |

*Observe que, nesta região, algumas espécies são consideradas nativas em alguns países, mas não nativas em outros.

ABELHAS EXÓTICAS INVASORAS SOCIAIS (FAMÍLIA APIDAE)

As mamangavas do gênero *Bombus* são um grupo de grandes abelhas **sociais** de corpo peludo (Figura 1A-B). Elas vivem em colônias subterrâneas, compostas por uma rainha e várias operárias. Do total de espécies conhecidas, cerca de 260,

apenas 25 espécies vivem na América do Sul. Algumas mamangavas têm línguas muito longas e são muito eficientes na polinização de flores tubulares, como as de [leguminosas](#). Outros são [polinizadores](#) muito eficientes de certas culturas, como tomate e pimenta malagueta, graças à sua capacidade de realizar “polinização por vibração” e de se adaptar ao confinamento em estufas. Uma certa quantidade dessas espécies de abelhas conseguiu ser criada em colônias artificiais, levando a um crescente comércio global de colônias de abelhas para a [polinização](#) de culturas.

***Bombus ruderatus* (Figura 1A)**

Cerca de 350 rainhas desta abelha (de origem europeia) foram introduzidas no sul do Chile entre 1982 e 1983, para a polinização do trevo-rosa (*Trifolium pratense*). Esta espécie caracteriza-se por possuir pilosidade densa, principalmente negra, com três faixas de pilosidade amarelada: duas no [tórax](#) (margem anterior e posterior) e a terceira, na margem anterior do [abdome](#), cuja porção final apresenta uma banda larga de pelos brancos. Existem também indivíduos melanísticos (totalmente negros) ou com cerdas (pelos) grisalhas. Esta espécie invadiu parte do sul do Chile e também a região andino-patagônica do sul da Argentina, contribuindo para o declínio inicial da mamangava nativa *Bombus dahlbomii*, conhecido como “moscardón” ou “mangangá”.

***Bombus terrestris* (Figura 1B)**

Esta espécie de origem europeia foi introduzida no Chile em 1997 para a [polinização](#) de tomate (*Solanum lycopersicon*). As importações atingiram um total acumulado de mais de 1.200.000 colônias comerciais e rainhas inseminadas. Esta espécie é encontrada em quase todo o Chile (incluindo as ilhas de Chiloé, Tierra del Fuego e Guafo) e em grande parte da Patagônia Argentina. Estudos baseados em modelos de habitat potencial sugerem que *B. terrestris* pode se espalhar para outros países como Uruguai, Peru, Bolívia e sul do Brasil. A [invasão](#) da mamangava *B. terrestris* teve impactos negativos nos ecossistemas naturais e agrícolas, devido aos seus efeitos nos polinizadores nativos, nas plantas e nas interações ecológicas entre os dois (ver abaixo).

***Apis mellifera* (Figura 1C)**

A abelha do mel ou melífera foi domesticada pelo homem na antiguidade e introduzida em todos os continentes - exceto na Antártica - para obtenção de mel e outros produtos como [pólen](#), cera e [própolis](#); mais recentemente, para fornecer serviços de polinização de culturas agrícolas. Esta espécie é nativa do velho

mundo, com mais de duas dúzias de subespécies distribuídas na África, Europa e Ásia. Embora a abelha melífera seja considerada um inseto benéfico e em muitas regiões suas colmeias estejam associadas a sistemas agrícolas, em algumas regiões ela estabeleceu colônias no ambiente natural e pode se tornar invasora. O exemplo mais emblemático da abelha melífera como espécie invasora é a chamada “abelha africanizada”. Este cruzamento experimental, realizado no Brasil na década de 1950, de uma subespécie europeia com uma das muitas subespécies africanas existentes, *A. m. scutellata*, deu origem a um híbrido extraordinariamente invasivo. Em menos de meio século, a abelha africanizada se espalhou do norte do Brasil ao sul dos Estados Unidos e do sul ao norte da Argentina. Esta abelha é hoje um representante importante na maioria dos ecossistemas tropicais e subtropicais da América do Sul.

IMPACTOS DE ABELHAS EXÓTICAS INVASORAS

Abelhas exóticas invasoras podem produzir impactos negativos em diferentes dimensões. Uma das mais conhecidas é a dominância que algumas dessas espécies possuem em diferentes ecossistemas. Por exemplo, a alta abundância de *A. mellifera* e *B. terrestris* lhes permite monopolizar os recursos florais, ganhando a competição com os polinizadores nativos, que devem procurar canteiros de flores mais distantes. Um exemplo disso é o que acontece com a abelha-de-luto (*Bombus funebris*), que é vulnerável no Chile por compartilhar a distribuição e os recursos florais com *B. terrestris*. Outro exemplo recente de competição em áreas urbanas é *Anthidium manicatum* (Figura 1H), que tem **comportamento territorial**, defendendo canteiros de flores e atrapalhando a alimentação das abelhas nativas.

A transmissão de patógenos a seus parentes nativos é outro dos graves efeitos das espécies invasoras. Por exemplo, de acordo com estudos moleculares, os patógenos *Apicystis bombi* e *Nosema bombi* foram co-introduzidos junto com *B. terrestris* e se espalharam para seu parente nativo *B. dahlbomii*. Esta espécie desapareceu das áreas urbanas, rurais e naturais do Chile e da Argentina e está em perigo de extinção. Suspeita-se que a competição por recursos com abelhas invasoras, a transmissão de patógenos ou a combinação de ambos seriam os principais culpados. No longo prazo, as abelhas invasoras, seja por meio de recursos ou doenças, impactam negativamente a abundância e a riqueza das abelhas e outros polinizadores nativos.

Por fim, a invasão de abelhas exóticas pode alterar a polinização e reprodução de plantas nativas, cultivadas e exóticas. Por exemplo, *Bombus terrestris* perfura as flores de algumas plantas (por exemplo o chilco, *Fuchsia magellanica*) para acessar o néctar, reduzindo a disponibilidade de recursos, as visitas de polinizadores legítimos,

em alguns casos reduzindo a produção de frutos e sementes, tanto em algumas plantas nativas (ervilhas, *Vicia nigricans*) quanto em algumas culturas (fava). Em outras culturas, como a framboesa, a visitação exagerada de *B. terrestris* destrói os pistilos (estruturas que fazem parte do órgão feminino) das flores, reduzindo o tamanho e a qualidade dos frutos. A tudo isso, acrescenta-se que as abelhas exóticas em geral tendem a promover a polinização e, portanto, a reprodução de plantas e ervas daninhas exóticas **invasoras**.

REFLEXÃO FINAL

A invasão de abelhas exóticas afeta nossa **biodiversidade**. Atualmente, a **introdução** de colônias e colméias manejadas para **polinização** e produção de abelhas é uma das principais fontes de invasão por abelhas **exóticas**. Por isso, é necessário regulamentar essas atividades. Promover e conservar nossas abelhas **nativas** e os habitats que as sustentam garantirá o funcionamento e a integridade de nossos ecossistemas e a provisão de **serviços ecossistêmicos** por elas.

LEITURAS SUGERIDAS

Montalva, J., Arroyo, M. T. K., & Ruz, L. (2008). *Bombus terrestris* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae: Bombini) en Chile: causas y consecuencias de su introducción. *Revista del Jardín Botánico Chagual*, 6(6), 13-20.

Montero-Castaño, A., Calviño-Cancela, M., Rojas-Nossa, S., De la Rúa, P., Arbetman, M., & Morales, C. L. (2018). Invasiones biológicas y pérdida de polinizadores. *Ecosistemas (Madrid)*, 27(2), 42-51.

Morales, C. L. (2007). Introducción de abejorros (*Bombus*) no nativos: causas, consecuencias ecológicas y perspectivas. *Ecología Austral*, 17, 51-65.

Oliveira, M. L. D., & Cunha, J. A. (2005). Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica? *Acta Amazonica*, 35(3), 389-394. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000300013>.

Smith-Ramírez, C., Vieli, L., Barahona-Segovia, R. M., Montalva, J., Cianferoni, F., Ruz, L., Fonturbel, F. E., Valdivia, C. E., Medel, R., Pauchard, A., Celis-Diez, J. L., Riesco, V., Monzón, V., Vivallo, F., & Neira, M. (2018). Las razones de por qué Chile debe detener la importación del abejorro comercial *Bombus terrestris* (Linnaeus) y comenzar a controlarlo. *Gayana (Concepción)*, 82(2), 118-127. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382018000200118>.

SEÇÃO II

OS GRUPOS DE POLINIZADORES DA AMÉRICA DO SUL



Abelhas e polinização

Celso Barbiéri^a, Luis Flores-Prado^b, Tiago Mauricio Franco^a, Melisa Gabriela Geisa^c, Gerardo Pablo Gennari^d, Mayara Faleiros Quevedo^a

^a Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, celso.barbieri@usp.br; tfrancoy@usp.br; mayara.faleiros@usp.br

^b Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile, luis.flores@umce.cl

^c CONICET, INTA AER Cruz del Eje, Córdoba, Argentina, meligeisa@gmail.com

^d Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Programa Nacional de Apicultura (PROAPI), Famaillá (Tucumán), Argentina, gennari.gerardo@inta.gob.ar

ABELHAS NA AMÉRICA LATINA

Dentre as cerca de 20.000 espécies de abelhas existentes no mundo, aproximadamente 5.000 são conhecidas para a América Latina, sendo distribuídas em cinco **famílias**: Colletidae, Halictidae, Andrenidae, Megachilidae e Apidae. A grande maioria apresenta hábito de vida **solitário** e entre 5 e 10% são **sociais**. As abelhas pertencem à Ordem Hymenoptera e se caracterizam pela presença de uma cintura estreita, que separa os dois primeiros segmentos do **abdome**, sendo que o primeiro está fundido com o **tórax**. O órgão usado pelas fêmeas para depositar os ovos (ovipositor) é retrátil e, na maioria das espécies, encontra-se convertido em ferrão com função de defesa (Figura 1).

Abelhas sem ferrão

As abelhas sem ferrão (Tribo Meliponini - exemplos na Figura 2), são **eussociais**, altamente organizadas e apresentam ferrão atrofiado, o que as impede de ferocar.



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

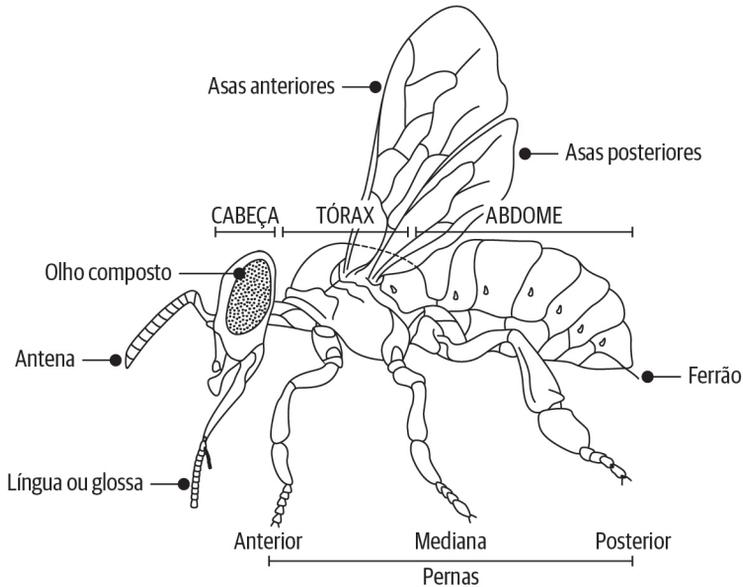


FIGURA 1. Esquema da morfologia corporal de uma abelha.



FIGURA 2. (A) *Tetragonisca angustula* e (B) *Melipona quadrifasciata*, duas espécies de abelhas sem ferrão.

Crédito das fotos: André Matos.

São pequenas (entre 3 e 10 mm) e também podem ser distinguidas pela redução das **nervuras das asas**.

Os meliponíneos são divididos em 33 gêneros e muito diversificados em cores, hábitos e comportamentos. **Nidificam** em diferentes substratos, como oscos de árvores, no solo, em muros e construções, aproveitando cavidades preexistentes.

São encontrados entre as latitudes 30° S e 30° N, sendo conhecidas, mundialmente, aproximadamente 550 espécies, distribuídas em florestas e matas tropicais e subtropicais na América, África, Ásia e Oceania. Em especial, a América Latina apresenta uma grande quantidade de espécies desta tribo (75% da diversidade total). Além disso, novas espécies são constantemente descritas.

Muitas espécies são culturalmente valiosas em diversas comunidades, devido às suas contribuições alimentares, medicinais, simbólicas e materiais. Em particular, o mel é o recurso mais utilizado pelas populações humanas desde os tempos antigos e, a depender da espécie, a produção pode variar entre 250 mL a 5 L por colônia por ano. Também é comum o aproveitamento de outras partes das colmeias, como [pólen](#), [cerume](#), [própolis](#) e [discos de cria](#). Sua criação racional é conhecida como meliponicultura.

Este grupo ocorre naturalmente em regiões com diferentes relevos, climas e comunidades vegetais, sendo *Plebeia molesta* (Puls, 1869) a espécie mais meridional, encontrada em Córdoba e San Luis (Argentina). São importantes [polinizadores](#) da flora nativa e também têm sido muito utilizadas na polinização de culturas a céu aberto e em estufas, uma vez que são muito eficientes.

Dada a sua importância nos mais diversos aspectos da vida humana, a sua conservação e uso [sustentável](#) deve ser uma prioridade no ordenamento do território, quer a nível local, regional ou mesmo nacional.

Abelhas das orquídeas

As abelhas das orquídeas (Tribo Euglossini - exemplo na Figura 3) são importantes [polinizadores](#) de diversas plantas com flores, especialmente de orquídeas, que são muito visitadas pelos machos dessa tribo, em busca de fragrâncias, que são usadas na produção de [feromônios](#). Justamente por esse comportamento de busca por fragrâncias, os machos dessa tribo tem sido muito mais estudados do que as fêmeas, uma vez que são atraídos por iscas de cheiro, o que facilita sua coleta.

As abelhas dessa tribo apresentam [socialidade](#) pouco desenvolvida, sendo que a maioria é [solitária](#) ou [comunal](#). Geralmente, podem ser encontradas nas partes altas das árvores, no solo ou em cavidades pré-existentes. Possuem considerável longevidade, especialmente as espécies de grande porte, podendo viver por vários meses e sendo capazes de voar grandes distâncias.

Apresentam coloração metálica e uma língua longa, que, em algumas espécies, pode exceder o dobro do tamanho do corpo, o que possibilita acesso a recursos inacessíveis a outras abelhas e que potencializa a capacidade generalista (de explorar diferentes

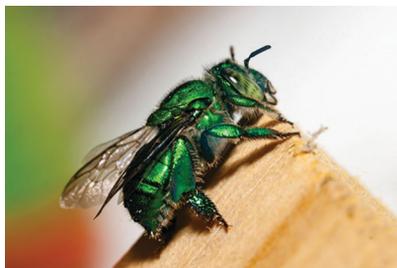


FIGURA 3. *Euglossa* sp. (tribo Euglossini) de cor verde metálico.

Crédito da foto: André Matos.

recursos) desse grupo. São dotadas de alta capacidade de **dispersão**, característica que, juntamente com as anteriores, as torna capazes de sobreviver em ambientes perturbados. Esse grupo, exclusivo da **região Neotropical**, distribui-se entre as áreas tropicais do México até o norte da Argentina e a região subtropical do sudeste do Brasil. Eventualmente são encontradas fora desses limites, como no sul dos Estados Unidos, devido a introduções acidentais. São encontradas, principalmente, em florestas úmidas e regiões com baixas altitudes, onde podem constituir até 25% da diversidade de abelhas.

São conhecidas aproximadamente 220 espécies distribuídas em cinco gêneros, sendo *Euglossa*, *Eufriesea* e *Eulaema*, compostos por espécies de vida livre, e *Exaerete* e *Aglae* compostos por espécies **cleptoparasitas**.

Abelhas do gênero *Bombus*

As mamangavas de chão (tribo Bombini) vivem em colônias que não são perenes e se destacam por serem robustas e de grande porte (9-25 mm). Apresentam grande variedade de padrões de cor de sua pilosidade. As cores mais comuns são o preto, amarelo, alaranjado e branco. Em nível mundial, são conhecidos 39 subgêneros e 239 espécies. São conhecidos 14 subgêneros e 47 espécies na **região Neotropical**, 10 subgêneros e 25 espécies na América Central e 8 subgêneros e 21 espécies na América do Sul. Até o momento, já foram documentadas **introduções** de três espécies na região Neotropical (ver Capítulo 3). São encontradas em uma grande variedade de ambientes, desde o nível do mar até os 4.400 metros de altura, nos Andes.

As abelhas do gênero *Bombus* são importantes **polinizadores** de ecossistemas naturais e agrícolas, pois visitam uma grande diversidade de espécies vegetais. Durante a fase ativa da colônia, os adultos **forrageiam** inclusive em condições adversas,

como períodos de chuva moderada e temperatura baixa. Também são excelentes polinizadores em plantas que necessitam de polinização por vibração e em flores de **corolas** compridas, o que torna estas abelhas alguns dos principais polinizadores silvestres encontrados na América Latina. Dentre as espécies conhecidas, *Bombus pauloensis* (sin. *atratus*) desperta um interesse particular, uma vez que é distribuída amplamente na América do Sul e apresenta uma série de características interessantes para sua criação comercial em confinamento.

Abelhas solitárias (exemplos na Figura 4)

Na América do Sul são encontradas espécies **solitárias** que pertencem às cinco famílias citadas anteriormente. A família Apidae possui a maior riqueza específica a nível mundial e também na América Latina. A maioria das espécies dessa família é solitária, embora também sejam encontrados representantes de todos os níveis de socialidade.

Alguns grupos taxonômicos se especializaram no uso dos recursos necessários para o ninho. Por exemplo, na tribo Manuelliini, endêmica do Chile e da Argentina, as fêmeas constroem seus ninhos em galhos secos, caules ou troncos, que consistem em células dispostas em série, uma ao lado da outra. Dentro de cada uma, a fêmea forma uma massa (principalmente de **pólen** e néctar), no qual deposita um ovo, típico padrão de **nidificação** de espécies de abelhas carpinteiras, como das tribos Ceratinini e Xylocopini. Algumas espécies da tribo Centridini se especializaram em coletar óleo de certas espécies de plantas, com as quais cobrem a superfície das células dos ninhos que as fêmeas constroem no solo, sendo este mais um recurso floral explorado pelas abelhas. Entretanto, a maioria das espécies solitárias constrói seus



FIGURA 4. (A) Halictidae em flor de manjericao e (B) *Megachile* sp.

Crédito das fotos: André Matos.

ninhos no solo. Tais ninhos consistem em um túnel que desce mais ou menos reto, ou diagonalmente, de onde dutos secundários geralmente bifurcam-se e terminam em câmaras com uma ou mais células. Emphorini, Eucerini e Tapinotaspidini são algumas tribos de Apidae que possuem espécies solitárias com distribuição exclusiva na América, ou em outros continentes, mas com grande diversidade na América do Sul. Em Andrenidae, a subfamília Panurginae é principalmente solitária, com gêneros amplamente distribuídos na América do Sul, como *Acamptopoeum*. Halictini é uma tribo de Halictidae que também possui espécies solitárias amplamente distribuídas na América do Sul. Em Colletidae as tribos Colletini e Diphaglossini possuem espécies solitárias presentes em diferentes países da América do Sul. A maioria das espécies de Megachilidae são solitárias e geralmente **nidificam** em cavidades pré-existentes e cortam folhas e pétalas para construir suas células. Alguns gêneros distribuídos na América do Sul são *Megachile* e *Anthidium*.

Abelhas de mel (*Apis mellifera*)

Apis mellifera (Linnaeus, 1758) é a espécie de abelha mais difundida do planeta, de origem euro-asiática e que foi **introduzida** na América Latina no século XIX. Atualmente, apresenta grande importância produtiva, alimentar e econômica. Já foi declarada como “o ser vivo mais importante do planeta” em 2018, representando toda a família Apidae, pela sua importância na polinização das culturas, pelas suas contribuições na indústria alimentar e na saúde das pessoas, e pelo declínio global de suas populações.

Sua exploração pelo ser humano está documentada em pinturas rupestres e seu uso racional remonta à antiguidade, como no antigo Egito e em sítios arqueológicos da região de Israel. Caracterizam-se por formar colônias de até 80.000 indivíduos e constroem **favos** verticais, onde as larvas são alimentadas continuamente até o último estágio de desenvolvimento antes da formação da **pupa** e estágios pós-metamorfose.

Armazenam **pólen** em células adjacentes às **pupas** e mel em locais mais periféricos ou no topo dos **favos**. A principal defesa é o ferrão, que introduz no corpo do intruso, causando, em seguida, a morte da abelha. A colônia é considerada um “superorganismo” por atuar de forma organizada e sinérgica, como um único indivíduo coletivo.

São conhecidas pelo menos 31 subespécies, sendo que na América do Sul foram introduzidas principalmente *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera mellifera*, todas de origem europeia, e *Apis mellifera scutellata*, nativa da África central e ocidental, introduzida no Brasil em 1956. Os híbridos das abelhas de origem africana e europeia são chamados de abelhas africanizadas, que em menos de 50 anos ocuparam grandes partes das Américas, não sendo encontradas

somente no Chile e na parte Central e Sul da Argentina, onde a apicultura (cultivo de *Apis*) é praticada com subespécies de origem europeia.

SUGESTÕES DE LEITURA

Dressler, R. L. (1982). Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13(1), 373-394.

Michener, C. D. (2007). *The bees of the world* (953 p.). Baltimore: The John Hopkins University Press.

Nogueira, P. No. (1997). *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão* (No. 595.799 N778). São Paulo: Nogueirapis.

Root, A. I. (2005). *El ABC y XYZ de la apicultura: enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas* (No. 638.1 ROOa 1984). Buenos Aires: Editorial Hemisferio sur S.A.

Vit, P., Pedro, S. R., & Roubik, D. (Eds.), (2013). *Pot-honey: a legacy of stingless bees* (654 p.). London: Springer Science & Business Media.

Borboletas e mariposas (Lepidoptera) e seu papel como polinizadores

Marcela Moré^a, Onildo João Marini Filho^b, Felipe W. Amorim^c

^a Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba), Córdoba, Argentina, mmore@imbiv.unc.edu.ar

^b Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília, DF, Brasil, onildo.marini-filho@icmbio.gov.br

^c Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, campus Botucatu, Botucatu - SP, Brasil, felipe.amorim@unesp.br

COMO RECONHECER UM LEPIDÓPTERO?

Borboletas vs. mariposas

As borboletas e mariposas são insetos da ordem Lepidoptera (do grego «lepis», escama, y «pteron», asa), que possuem dois pares de asas membranas cobertas de escamas coloridas. Historicamente, os lepidópteros têm sido separados em dois grupos: borboletas (hábito diurno) e mariposas (hábito crepuscular ou noturno). Esta separação, entretanto, funciona apenas de forma geral e com fins práticos, já que existem algumas mariposas que voam durante o dia, assim como existem borboletas que voam ao anoitecer.

Como todos os insetos, os lepidópteros apresentam o corpo segmentado em três partes: cabeça, **tórax** e **abdome** (Figura 1). Na cabeça estão situados muitos órgãos sensoriais, bem como o aparato bucal. Ali estão presentes dois grandes olhos compostos, com



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

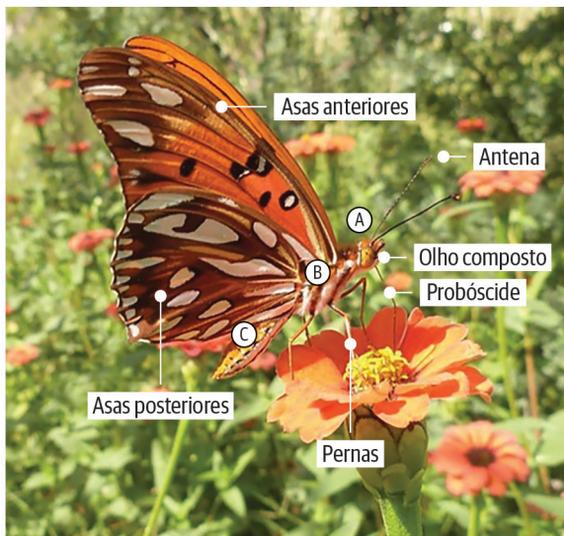


FIGURA 1. Anatomia externa de *Agraulis vanillae maculosa* (Nymphalidae). (A) Cabeça, (B) Tórax, (C) Abdome.

Crédito da foto: M. Eugenia Drewniak.

os quais borboletas e mariposas podem distinguir cores na faixa do espectro visível (aquela faixa do espectro eletromagnético capaz de sensibilizar o olho humano) e do ultravioleta. Também há um par de antenas sensoriais que podem apresentar formas e tamanhos bastante diferentes. De forma geral, as antenas têm um formato de clava nas borboletas, e nas mariposas têm forma de fio (filiforme) ou são plumosas. O aparelho bucal é modificado em uma espirotromba (ou **probóscide**), que em estado de repouso permanece enrolada em espiral. Durante a alimentação, a espirotromba é desenrolada para sugar líquidos, como o néctar das flores. O comprimento da espirotromba é bastante variável, podendo ir de alguns milímetros a casos extremos nos quais pode alcançar mais de 20 cm, como observado em algumas espécies da família Sphingidae. Nesta família existem registros de indivíduos das espécies *Amphimoea walkerii* e *Xanthopan praedicta*, cuja probóscide alcança quase 30 cm de comprimento!

No **tórax** dos lepidópteros estão presentes dois pares de asas e seus músculos de voo. As asas são cobertas por escamas cuja coloração também é utilizada como sinal de advertência aos predadores; como camuflagem, ou para reconhecimento entre os indivíduos de uma mesma espécie. No tórax também estão presentes as seis pernas. No entanto, nas borboletas Nymphalidae, o primeiro par de pernas pode ser reduzido (Figura 1).

No **abdome** estão localizados os espiráculos (orifícios por onde entra o ar no sistema respiratório do animal), os órgãos reprodutores e as estruturas genitais. Em certos grupos de mariposas, no tórax ou abdome podem se encontrar órgãos ou estruturas que servem para detectar o som ultrassônico emitido por um dos principais predadores noturnos das mariposas, os morcegos.

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO

A nível mundial, as estimativas mais recentes indicam que existam entre 157 a 180 mil espécies de lepidópteros agrupadas em 42 superfamílias e 131 **famílias**. Aproximadamente 7.800 espécies de borboletas estão distribuídas na **região Neotropical**. O número de espécies de borboletas é estimado em 189 para o Chile, 1.200 para a Argentina e 3.500 para o Brasil. Ainda não se sabe exatamente quantas espécies de mariposas existem, mas estima-se que o número total de espécies de mariposas supera o número de total de borboletas em uma proporção de 10 para 1.

Por serem mais chamativos, alguns grupos de borboletas, assim como as mariposas da família Sphingidae, contam com guias ilustrados, que permitem sua identificação mais facilmente. Entretanto, os Microlepidoptera, mariposas menores do que 1 cm, embora superem em 80 a 90% o número total de borboletas, não têm recebido a mesma atenção devido à dificuldade de serem estudadas. Como resultado, a informação disponível sobre estes lepidópteros se encontra fragmentada e desatualizada.

Entre as famílias de borboletas que visitam flores podemos destacar Hesperidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae e Riodinidae (Figura 2). Já entre as mariposas **polinizadoras** se destacam os esfingídeos (família Sphingidae), mas também existem numerosas famílias de mariposas de menor porte e menos chamativas como Castniidae, Erebididae- Arctiinae, Geometridae, Prodoxidae e Noctuidae, que embora sejam menores em tamanho, são indispensáveis para a **polinização** de numerosas espécies de plantas **nativas**, e cultivadas, como a mandioca (Figura 3). No Cerrado brasileiro (segundo maior bioma da América do Sul), por exemplo, as mariposas são responsáveis pela polinização de cerca de 20% das espécies **lenhosas** mais comuns e amplamente distribuídas pelo bioma. Embora estimativas similares ainda não tenham sido feitas para as borboletas, este número ressalta a importância dos lepidópteros para a estrutura e funcionamento dos ecossistemas na América do Sul.

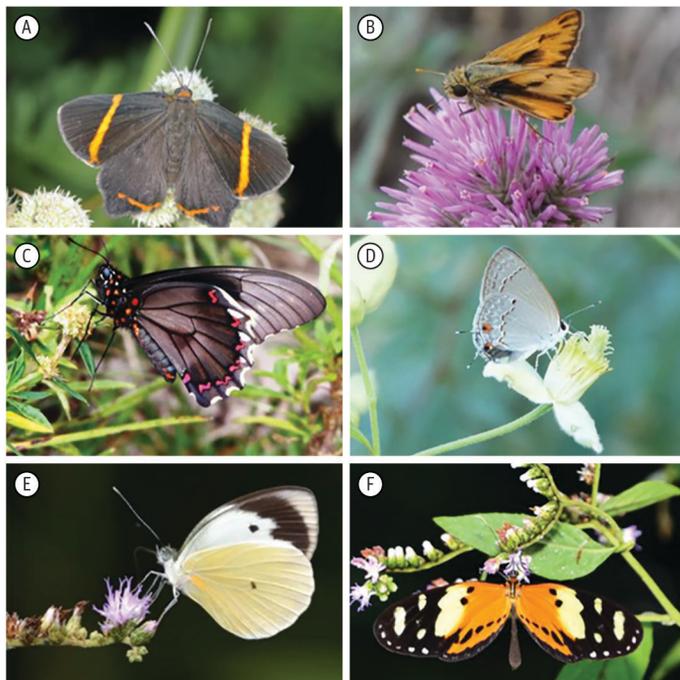


FIGURA 2. Borboletas visitando flores: (A) *Riodina lysippoides* (Riodinidae) visitando *Eryngium horridum* (Apiaceae), (B) *Hylephila phyleus* (Hesperiidae) visitando *Gomphrena pulchella* (Amaranthaceae), (C) *Battus polydamas* (Papilionidae) pousada sobre *Borreria* sp. (Rubiaceae), (D) *Strymon rufusca* (Lycaenidae) visitando *Clematis montevidensis* (Ranunculaceae), (E) *Glennia pylotis*, espécie em perigo de extinção (Pieridae), visitando *Cyrtocymura scorpioides* (Asteraceae), (F) *Melinaea ludovica paraiya* (Nymphalidae) visitando *Cyrtocymura scorpioides* (Asteraceae).

Crédito das fotos: (A) de Andrea Cocucci, (B) de Marcela Moré, (C) de Onildo João Marini Filho, (D) de Eugenia Drewniak, (E) e (F) de Hilton Cristóvão.

COMO SÃO AS FLORES POLINIZADAS POR BORBOLETAS E MARIPOSAS?

As flores das plantas polinizadas por lepidópteros possuem características morfológicas bastante variáveis, mas têm em comum o néctar como o principal recurso floral. Normalmente são tubulares (em forma de tubo), mas também podem ter uma morfologia do tipo pincel. As flores polinizadas por borboletas geralmente possuem cores chamativas e abrem de dia, enquanto aquelas polinizadas por mariposas têm coloração branca ou pálida, abrem à noite, e produzem um perfume intenso similar aos jasmims e gardenias. As cores chamativas (amarelo, vermelho, violeta e fúcsia) são utilizadas como o principal atrativo das flores para

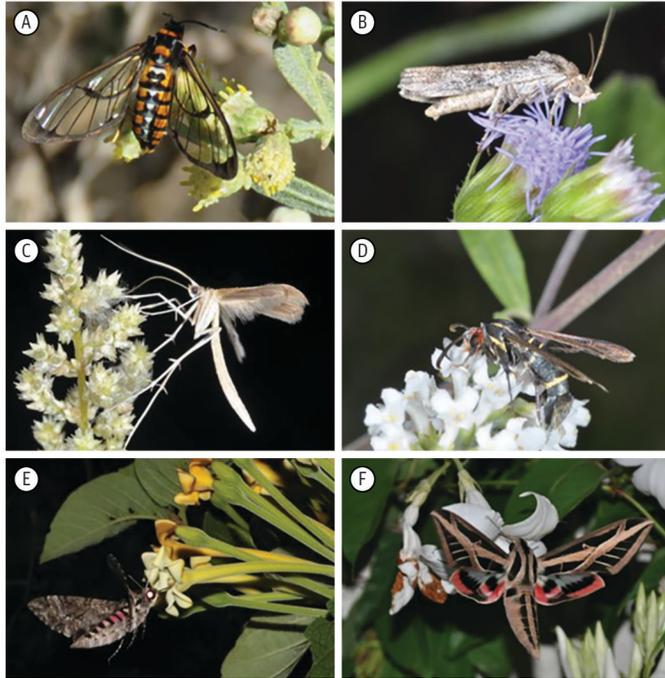


FIGURA 3. Mariposas visitando flores: (A) uma mariposa de asas transparentes, *Arctiinae* sp. (Erebidae) visitando a flor de *Bacharis* sp. (Asteraceae), (B) um microlepidóptero (Noctuoidea) visitando *Chromolaena arnottiana* (Asteraceae), (C) uma mariposa de penacho (Pterophoridae) visitando *Iresine diffusa* (Amaranthaceae), (D) uma mariposa que mimetiza vespas (Sesiidae) visitando *Aloysia gratissima* (Verbenaceae), (E) o esfingídeo *Agrius cingulata* (Sphingidae) visitando *Tocoyena formosa* (Rubiaceae), (F) o esfingídeo *Eumorpha fasciatus* (Sphingidae) visitando *Mandevilla laxa* (Apocynaceae). Crédito das fotos: (A) de Constanza Maubecin, (B), (C) e (D) de Andrea Cocucci, (E) de Felipe Amorim e (F) de Marcela Moré.

as borboletas, enquanto o principal atrativo floral para as mariposas é o perfume. Além da diferença geral entre as características das flores de borboletas e mariposas, aquelas polinizadas por mariposas também podem ser divididas em dois grandes grupos: flores polinizadas por mariposas que pousam, e flores polinizadas por mariposas que pairam voando (adejam). Os esfingídeos (lepidópteros da família Sphingidae), devido ao seu porte corpóreo, comprimento da probóscide e habilidade de voo, adejam próximos às flores, tal como fazem os beija-flores para acessar o néctar. Já as demais famílias de mariposas de menor porte, não adejam e possuem probóscide curta. Assim, estas devem pousar sobre as flores para acessar o néctar.

As flores polinizadas por esfingídeos, normalmente, são grandes, produzem néctar em grande volume, geralmente não possuem plataforma de pouso, e são dotadas de tubos florais que podem variar de pouco menos de 1 cm até mais de 30 cm de comprimento. Por outro lado, as flores polinizadas pelas mariposas que pousam são pequenas, possuem inflorescências (conjuntos de flores) compactas sobre as quais a mariposa pode até caminhar, e produzem néctar em volumes bastante diminutos.

ALGUM EXEMPLOS FASCINANTES DE INTERAÇÕES ENTRE PLANTAS E LEPIDÓPTEROS

Flores e probóscides extremamente longas

Historicamente, as plantas polinizadas por esfingídeos têm recebido maior destaque do que aquelas polinizadas por borboletas e outros grupos de mariposas, uma vez que desde o século XIX estas plantas têm chamado a atenção de naturalistas ao redor do mundo. Em 1862, Charles Darwin observou as flores da orquídea malgaxe *Angraecum sesquipedale*, que possuía um tubo floral com cerca de 30 cm de comprimento, e cujo néctar estava armazenado apenas na ponta do tubo. Darwin predisse que apenas uma mariposa enorme, com uma probóscide muito longa seria capaz de sugar todo o néctar da flor. Alguns anos depois, o naturalista alemão naturalizado brasileiro, Fritz Müller, encontrou no estado de Santa Catarina, sul do Brasil, uma mariposa com uma probóscide medindo entre 25 e 28 cm. Ele enviou a probóscide ao irmão Hermann Müller na Alemanha, que publicou o achado em 1873 na revista Nature com o título de “Probóscide capaz de sugar o néctar de *Angraecum sesquipedale*”. Em 1877, Darwin mencionou que apesar de sua hipótese ter sido ridicularizada por alguns entomologistas (os estudiosos de insetos), Fritz Müller havia encontrado um esfingídeo no Brasil, cuja probóscide tinha o comprimento quase tão longo quanto o tubo floral de *A. sesquipedale*. Darwin faleceu no ano de 1882, e apenas em 1903, 21 anos após as suas observações iniciais, os entomologistas Charles Rothschild e Karl Jordan descreveram uma subespécie de esfingídeo endêmica de Madagascar, cuja probóscide possuía dimensão equivalente ao tubo floral de *A. sesquipedale*. Esta mariposa foi batizada com o histórico nome *Xanthopan m. praedicta* (Figura 4A).

Consumo de pólen por borboletas *Heliconius*

As famosas borboletas neotropicais do gênero *Heliconius* também possuem uma forte relação com as flores que visitam. Estas flores provêm tanto o néctar quanto pólen como itens importantes da dieta destas borboletas. As *Heliconius* são capazes de digerir o **pólen** coletado nas flores, pois possuem enzimas proteolíticas que

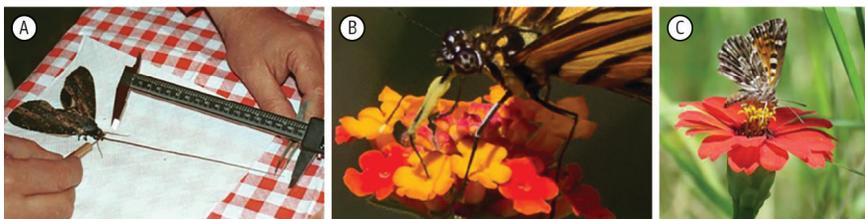


FIGURA 4. Exemplos de interações entre plantas e borboletas: (A) adulto de *Neococytius cluentius* com sua probóscide de 17 cm desenrolada (Sphingidae), (B) adulto de *Heliconius ethilla* carregando um aglomerado de pólen em sua probóscide (Nymphalidae), (C) adulto da borboleta formigueira-argentina *Aricoris notialis* (Riodinidae).

Crédito das fotos: (A) de Andrea Cocucci, (B) de Roberto de Oliveira da Silva e (C) de Constanza Maubecin.

quebram as proteínas do pólen em aminoácidos que fornecerão um importante item na dieta das borboletas. A capacidade de utilizar néctar e digerir o pólen possibilita a estas borboletas sobreviverem bem mais do que a média das demais borboletas, algumas tendo sido observadas com mais de oito meses de idade, colaborando também com o aumento da **fecundidade**.

Associação de larvas da família Riodinidae com formigas

Algumas espécies da família Riodinidae se destacam pelas **adaptações** de suas larvas que vivem em associação com formigas. Entretanto, são provavelmente a família de borboletas menos estudada. O ciclo de vida das espécies mirmecófilas (que vivem associadas a formigas) é caracterizado pelo fato de as fêmeas depositarem seus ovos próximos a **hemípteros** que produzem uma secreção açucarada e são cuidadas por formigas do gênero *Camponotus*. Nos primeiros estágios, as larvas dos riodinídeos se alimentam tanto da solução açucarada produzida pelos hemípteros quanto das regurgitações das formigas. Em seguida, do terceiro **instar** até formarem **pupa** (empuparem), estas são alimentadas e cuidadas exclusivamente pelas formigas dentro do ninho (Figura 4C).

QUAL O PAPEL DOS LEPIDÓPTEROS NOS ECOSISTEMAS?

Os lepidópteros possuem uma grande diversidade de **nichos ecológicos**, desempenhando papéis bem distintos nos ecossistemas. As larvas ocupam o ambiente terrestre e aquático, e embora a grande maioria das espécies seja herbívora, as larvas de algumas espécies também podem apresentar hábito alimentar coprófago

(que se alimenta de matéria fecal) ou mesmo carnívoro. Embora existam espécies de lepidópteros que não se alimentam na fase adulta, a maioria das espécies se alimentam nessa fase e apresentam grande diversidade de nichos alimentares. Além das espécies nectarívoras (que se alimentam de néctar), existem espécies frugívoras (que se alimentam de frutos), espécies polinívoras (que se alimentam de pólen), sudófagas (que se alimentam de suor), e também espécies lacrimófagas (que se alimentam de lágrimas de vertebrados), havendo até mesmo algumas raras espécies hematófagas (que se alimentam de sangue).

Mas, sem dúvidas, as espécies herbívoras, cujas larvas desfolham plantas ou brocam galhos e frutos, são as mais estudadas devido ao impacto econômico que podem produzir nas atividades agrícolas. Estas espécies atacam culturas importantes na América do Sul, como o milho, a cana-de-açúcar e até mesmo a soja. É interessante que os adultos destas espécies são **polinizadores** importantes de numerosas espécies **nativas**, como é o caso de *Rachiplusia nu* que poliniza várias espécies de orquídeas. Os lepidópteros também podem atuar como polinizadores de algumas espécies de importância econômica, como o mamão, a pitaya, e no nordeste do Brasil, os esfingídeos atuam como importantes polinizadores da mangaba, *Hancornia speciosa* (Apocynaceae), cujos frutos são amplamente utilizados na fabricação de sucos, doces e sorvetes, movimentando a economia da região.

Finalmente, as mariposas e borboletas também servem como uma importante fonte de recurso alimentar, tanto na fase larval quanto na fase adulta, para aves e morcegos e, portanto, possuem um papel importante nas **cadeias alimentares**. Devido à grande **diversidade** de espécies e de papéis ecológicos, os lepidópteros constituem um componente fundamental para o funcionamento dos ecossistemas de todo o planeta.

SUGESTÕES DE LEITURA

Benyamini, D., Ugarte, A., & Bálint, Z. (2019). An updated list of the butterflies of Chile (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) including distribution, flight period, conservation status and comments on biology. Part III/1, subfamily Polyommatainae (Lycaenidae) with descriptions of three new species. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 68(2), 131-181.

de Camargo, A. J. A., de Camargo, W. R. F., Corrêa, D., Vilela, M. D. F., & Amorim, F. W. (2018). *Mariposas polinizadoras do cerrado: identificação, distribuição, importância e conservação. Família Sphingidae (Insecta - Lepidoptera)*. Brasília, DF: Embrapa Cerrados. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1100313/mariposas-polinizadoras-do-cerrado-identificacao-distribuicao-importancia-e-conservacao>

Freitas, A. V. L., & Marini-Filho, O. J. (2011). *Plano de Ação Nacional para Conservação de Lepidópteros*. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. Recuperado de <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-pan/pan-lepidopteros/1-ciclo/pan-lepidopteros- livro.pdf>

iNaturalist. (2021). *Mariposas y polillas de Argentina - Lepidoptera of Argentina (Proyecto Plataforma iNaturalist)*. Recuperado de <https://www.inaturalist.org/projects/mariposas-y-polillas-de-argentina-lepidoptera-of-argentina?tab=about>

Rech, A. R., Agostini, K., Oliveira, P. E., & Machado, I. C. (2014). *Biologia da Polinização* (Ver Capítulo 10. Polinização por lepidópteros). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/275831630_Biologia_da_Polinizacao

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s02c06.pt>

Coleópteros como polinizadores: diversidade e distribuição na América do Sul

Héctor Jaime Gasca-Álvarez^{a,b}, Mónica Torres-Pachón^b, José Ricardo M. Mermudes^c

^a Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Avenida Central del Norte 39-115, Sede Central – Tunja, Boyacá, Colombia, hector.gasca@uptc.edu.co

^b Programa de Investigación, Corporación Sentido Natural, Bogotá, Colombia, sentidonaturalorg@gmail.com

^c Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, jrmermudes@gmail.com

INTRODUÇÃO

A polinização é um dos processos ecológicos mais importantes no funcionamento dos ecossistemas e é essencial para a manutenção e produção de uma grande variedade de culturas de importância agrícola. Os mecanismos de polinização são diversos e, na maioria deles, as espécies de abelhas nativas são consideradas os polinizadores mais eficientes. Outros insetos, como mariposas, moscas, vespas, borboletas, besouros, bem como beija-flores, morcegos e outros mamíferos, podem polinizar a maioria das plantas com flores com a mesma eficiência das abelhas.

Os coleópteros constituem quase um quarto de todas as espécies atualmente conhecidas na Terra. Estão também entre os mais importantes polinizadores de plantas com flores, especialmente em associação com as linhagens mais antigas de



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

angiospermas, das quais se acredita terem sido os primeiros visitantes, ao ponto de serem considerados um dos grupos mais importantes de insetos polinizadores nas florestas tropicais. Seria de se esperar que a [cantarofilia](#), ou polinização por besouros, fosse uma [síndrome](#) ineficaz devido à baixa mobilidade destes organismos, que restringe a [dispersão](#) do [pólen](#). Muitas espécies pertencentes a famílias como Scarabaeidae, Melyridae e Cantharidae, podem ser consideradas potenciais transportadoras de pólen, devido à abundância de pilosidade em seu corpo. Da mesma forma, o aparelho oral dos besouros é do tipo mastigador e não está adaptado para sugar o néctar. No entanto, a cantarofilia é uma das [síndromes de polinização](#) mais comuns nos trópicos e muitas vezes não é considerada importante em ecossistemas temperados. A maioria das espécies visita as flores para se alimentar de pólen e, às vezes, de estruturas florais (por exemplo, pétalas, [anteras](#)) ou [secreções estigmáticas](#). Na realidade, os besouros raramente visitam as flores para se alimentar do néctar que outros polinizadores procuram. Essa recompensa geralmente está ausente ou é apenas moderadamente produzida. A recompensa mais importante que os besouros procuram ao visitar as flores é o pólen rico em proteínas.

Cerca de 40 [famílias](#) de [coleópteros](#) foram relatadas no mundo, contendo cerca de 77.000 espécies que visitam flores e / ou participam de processos de polinização. A maioria das famílias com espécies que visitam flores também contém muitas espécies que se alimentam de outros recursos, sugerindo que a alimentação de néctar ou pólen (mais frequente) evoluiu independentemente na maioria das famílias de besouros que contêm espécies que consomem flores. Besouros-do-pólen (Nitidulidae), besouros-serra-pau (Cerambycidae), besouros-das-folhas (Chrysomelidae), besouros-errantes (Staphylinidae), escaravelhos (Scarabeidae), besouros-das-flores (Mordellidae) e gorgulhos (Curculionidae) são consumidores comuns de pólen. Alguns grupos exibem comportamentos especializados de polinização. Diversas espécies de Curculionidae, Nitidulidae e Scarabaeidae estão envolvidas em mecanismos específicos, onde os adultos são atraídos por aromas florais, cuja emissão está relacionada à elevação da temperatura ao redor das estruturas reprodutivas das plantas.

As flores polinizadas por besouros são geralmente grandes em tamanho ou podem ser aglomerados de flores pequenas. Podem ser achatadas e com pólen de fácil acesso, embora possam conter “armadilhas” que mantêm os besouros por mais tempo (Figuras 1, 2, 3). Geralmente apresentam cores claras (branco, creme) ou escuras (roxo ou lilás). Os besouros são atraídos principalmente por flores que emitem odores frutados, almiscarados, pungentes, fermentados ou semelhantes à matéria orgânica em decomposição.



FIGURA 1. *Macroductylus sulphureus* Blanchard (Scarabaeidae) em uma planta da família Asteraceae. Local da foto: Tipacoque, Boyacá, Colombia. Crédito da foto: Héctor Jaime Gasca-Álvarez.



FIGURA 2. *Cyclocephala brittoni* Endrödi (Scarabaeidae) em flor de *Caladium bicolor* (Aiton) Vent. Pandi, Cundinamarca, Colômbia. Crédito da foto: Héctor Jaime Gasca-Álvarez.

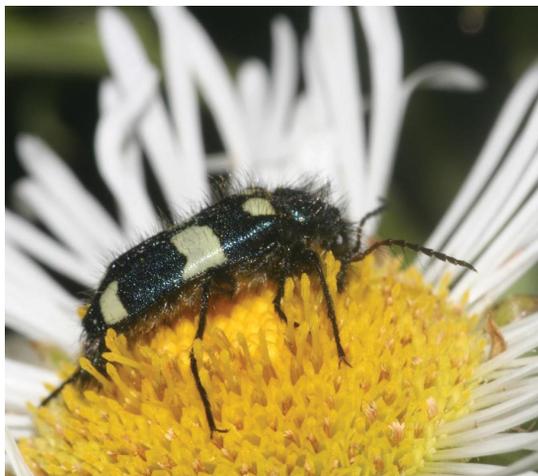


FIGURA 3. *Astylus* sp. (Merylididae) em uma flor de Asteraceae. Parque Nacional da Serra da Bocaina, São José do Barreiro, São Paulo, Brasil.

Crédito da foto: José Ricardo Mermudes.

COMO RECONHECER UM COLEÓPTERO?

Os coleópteros podem ser reconhecidos pela presença de um par de asas endurecidas chamadas **élitros** e um par de asas membranosas cobertas por **élitros**. O corpo dos coleópteros é dividido em segmentos, apresentando um exoesqueleto endurecido, composto por escleritos ou placas separadas por uma sutura. O padrão fundamental de um segmento é de pelo menos quatro escleritos: o dorsal ou tergito, os laterais ou pleuritos e o ventral ou esternito. Os coleópteros têm três pares de apêndices locomotores ou pernas no estado adulto e seu corpo é dividido em três seções: a parte anterior ou cabeça, a parte mediana ou **tórax** e a parte posterior ou **abdome**. Eles também apresentam um par de antenas que possuem ampla variabilidade morfológica (Figura 4). A maioria dos besouros não voa muito bem, mas são hábeis o suficiente para alcançar as flores e se alimentar de pólen e, às vezes, de tecido floral.

DIVERSIDADE DE BESOUROS POLINIZADORES NA AMÉRICA DO SUL

Apesar de não serem polinizadores estritos, uma importante diversidade de coleópteros tem sido registrada participando da polinização de plantas em várias

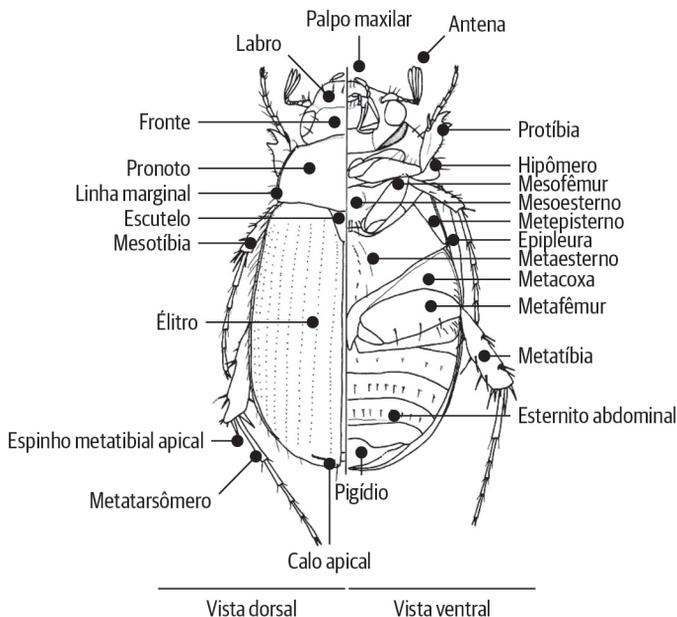


FIGURA 4. Plano corporal de um coleóptero.

Modificado do trabalho de Dirk Ahrens sobre taxonomia de besouros fitófagos publicado em 2005.

regiões da América do Sul. No Brasil, o besouro *Cotithene gorayebi* (Curculionidae) foi registrado como polinizador da epífita *Evodianthus funifer* (Cyclanthaceae) na região amazônica, enquanto no sul do país a alimentação de pólen foi estudada em duas espécies do gênero *Microlia* (Staphylinidae). No norte e nordeste do Brasil, várias espécies do gênero *Grasidius* (Curculionidae) foram encontradas como polinizadores efetivos da palmeira de buriti *Mauritia flexuosa* (Arecaceae). Na região do Cerrado brasileiro, a cantarofilia foi analisada em famílias como Chrysomelidae, Curculionidae, Nitidulidae, Scarabaeidae e Staphylinidae, associada a várias espécies de anonáceas (Annonaceae). No estado do Mato Grosso foi verificado que a espécie *Pharaxonotha cerradensis* (Erotylidae) é capaz de transportar pólen e desenvolver seu ciclo de vida em **estróbilos poliníferos** de *Zamia boliviana* (Zamiaceae). Na Amazônia brasileira, pelo menos 26 espécies de Coleoptera foram identificadas associadas a plantas com frutos tropicais comestíveis, principalmente palmeiras como inajá (*Attalea maripa*) e bacaba (*Oenocarpus bacaba*), onde espécies polinizadoras como *Cyclocephala distincta* (Scarabaeidae) e *Belopeus carmelitus* se destacam (Curculionidae).

No Equador, algumas famílias foram relatadas principalmente associadas a culturas agrícolas. Coccinellidae foi relatado como polinizador de algumas espécies de plantas da família Malpighiaceae na cidade de Guayaquil. Uma espécie da família Nitidulidae e uma espécie de Curculionidae foram relatadas como polinizadores da palmeira-de-óleo na região costeira da província de Esmeraldas, enquanto a família Cerambycidae foi registrada como um potencial polinizador de culturas de pastagens na província de Pichincha.

Para o Peru, pelo menos quatro famílias foram relatadas como polinizadores ou visitantes florais. *Zonitis cantharoides* (Meloidae) foi encontrada associada a manchas de vegetação de borda ao redor da cidade de Lima. Três espécies do gênero *Elaeidobius* (Curculionidae) e uma espécie do gênero *Microporum* (Nitidulidae) estão relacionadas aos processos de polinização do dendê na região de Ucayali, enquanto alguns gêneros da família Lycidae foram identificados como insetos polinizadores de orquídeas nas florestas nubladas de Cusco.

Na Venezuela, algumas famílias de coleópteros registradas como polinizadores do dendê pertencem a Curculionidae, Nitidulidae e Smicripidae, para a região de Maracaibo, enquanto famílias como Chrysomelidae e Scarabaeidae foram registradas na polinização da vegetação da planície costeira do Paraguaná no estado de Falcón. Outras famílias como Bruchidae, Carabidae, Meloidae, Melyridae e Tenebrionidae, com uma espécie cada, foram identificadas como visitantes florais de duas espécies herbáceas na planície de Maracaibo, estado de Zulia.

Na Guiana Francesa, *Cyclocephala simulatrix* (Scarabaeidae) foi registrado associado à polinização e ecologia floral de *Philodendron fragrantissimum* (Araceae).

Para a Bolívia, *Pharaxonotha cerradensis* (Erotylidae) e espécies não identificadas de Chrysomelidae e Curculionidae associadas à biologia reprodutiva de *Zamia boliviana* foram registradas na fronteira com o Brasil. Famílias como Curculionidae, Coccinellidae e Mycetophagidae, foram identificadas como visitantes florais do cacauero *Theobroma cacao* no município de Alto Beni.

No Chile, as famílias Nitidulidae e Scarabaeidae foram registradas como polinizadores de ecossistemas mediterrâneos e cultivos agrícolas de frutas na região de Valparaíso. Famílias como Scirtidae, Cantharidae, Dermestidae e Oedemiridae com uma espécie cada, e Mordellidae com várias espécies do gênero *Mordella* foram associadas a processos de polinização em jardins na região de La Araucanía, no sul do Chile. Em uma cultura de abacate na região central, foram identificadas as famílias Melyridae e Buprestidae, associadas aos processos de polinização.

Para a Argentina, foram registradas como polinizadoras e visitantes florais algumas espécies de Buprestidae, Cantharidae, Chrysomelidae, Cleridae,

Curculionidae, Elateridae, Meloidae, Melyridae, Mordellidae e Staphylinidae, associadas à polinização de plantações agrícolas de cereais e sementes oleaginosas nos Pampas, com uma espécie cada uma; enquanto Cantharidae e Curculionidae foram identificados como polinizadores de algumas espécies de plantas da família Araceae no Parque Nacional do Iguaçu. *Diabrotica speciosa* (Chrysomelidae) foi encontrada como visitante floral de plantas do gênero *Cucurbita* (Cucurbitaceae) no sul de Santa Fe.

COLEÓPTEROS POLINIZADORES: O CASO DA COLÔMBIA

Na Colômbia, o estudo dos processos de polinização em Coleoptera tem aumentado nos últimos anos. Cerca de 40 espécies de coleópteros são visitantes florais e / ou polinizadores de plantas, das quais 11 espécies podem ser consideradas como exclusivamente polinizadoras. Essas espécies são representadas principalmente pelas famílias Scarabaeidae (gêneros: *Ancognatha*, *Aspilodea*, *Cyclocephala*, *Mimeoma*), Nitidulidae (gêneros: *Macrostola*, *Mystrops*) e Curculionidae (gêneros: *Anchylorhynchus*, *Metamasius* e *Systenotelus*), e em menor extensão foram relatados casos para **famílias** como Brentidae, Carabidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Cucujidae, Elateridae, Erotylidae, Hydrophilidae, Lampyridae, Meloidae e Silvanidae. No entanto, estima-se que a riqueza de coleópteros polinizadores e visitantes florais pode chegar a 190 espécies, uma vez que muitos estudos relatam várias morfoespécies que estão em processo de **determinação taxonômica**. As associações florais ocorrem principalmente em cerca de 20 espécies **silvestres** e cultivadas de palmeiras (Araceae). Da mesma forma, associações estritas de polinização foram documentadas em espécies de Araceae e Zamiaceae e, em menor extensão, casos de visitas florais em Annonaceae, Cyclantaceae, Fabaceae e Solanaceae. O estudo dos visitantes florais das inflorescências das palmeiras permitiu a descoberta de estreitas especializações ecológicas com espécies de Curculionidae e Nitidulidae, o que também gerou a descoberta de novas espécies.

As relações estritas de polinização Coleoptera-Araceae foram documentadas para as regiões Amazônica, Andina e Pacífica, nos estados do Amazonas, Antioquia, Chocó e Nariño. Destaca-se o estudo de espécies como *Mystrops costarricensis* (Nitidulidae) em Tumaco; *M. cercus* (Nitidulidae) em Quibdó; *M. dalmasi* (Nitidulidae) em sete localidades do território colombiano; *Cyclocephala amazona*, *C. aequatoria*, *Aspidolea fuliginea* e *Mimeoma acuta* (Scarabaeidae) em Buenaventura; *Anchylorhynchus bicarinatus*, *A. tricarinatus* (Curculionidae) e *Mystrops salazari* (Nitidulidae) na Amazônia; e *Cyclocephala amblyopsis*, *C. brittoni*, *C. gregaria*, *C. monacha* e *C. tylifera* (Scarabaeidae) na região andina.

Levando em consideração essa **biodiversidade**, atualmente é um desafio estabelecer o número exato de espécies de Coleoptera polinizadores. Na América do Sul, o número de espécies de plantas polinizadas e espécies de coleópteros polinizadores e / ou polívoros (comedoras de pólen) está possivelmente subestimado. A sua diversidade pode ser muito maior, tendo em conta que muitas plantas com síndromes de cantarofilia são árvores altas com flores no dossel e, adicionalmente, muitos besouros polinizadores possuem hábitos noturnos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Rodrigo Barahona-Segovia por seus valiosos comentários e sugestões sobre o manuscrito. Esta contribuição faz parte do programa de pesquisa da Corporação Sentido Natural. JRM agradece o apoio para esta pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo 311679 / 2019-6.

SUGESTÕES DE LEITURA

Bernhardt, P. (2000). Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. *Plant Systematics and Evolution*, 222(1-4), 293-320. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00984108>.

Gottsberger, G. (1990). Flowers and beetles in the South American tropics. *Botanica Acta*, 103(4), 360-365. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1438-8677.1990.tb00175.x>.

Hernández-Vera, G., Navarrete-Heredia, J. L., & Vázquez-García, J. A. (2021). Beetles as floral visitors in the Magnoliaceae: an evolutionary perspective. *Arthropod-Plant Interactions*, 15(3), 273-283. <http://dx.doi.org/10.1007/s11829-021-09819-3>.

Nates-Parra, G., Higuera-Díaz, D., & Gómez-Hoyos, A. J. (2021). *Plan de acción de la Iniciativa Colombiana de Polinizadores* (140 p.). Bogotá: Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Wardhaugh, C. W. (2015). How many species of arthropods visit flowers? *Arthropod-Plant Interactions*, 9(6), 547-565. <http://dx.doi.org/10.1007/s11829-015-9398-4>.

Polinização e as Aves

Karla V. C. Barbosa^a, Kayna Agostini^b

^a Universidade Estadual Paulista, São Paulo/SP, Brasil, barbosa.karla@gmail.com

^b Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, DCNME, Araras, São Paulo, Brasil, kayna@ufscar.br

As aves atraem a atenção de observadores da natureza e pesquisadores, não apenas por sua beleza, mas também pela sua importância ecológica e pelos benefícios que trazem para os seres humanos. Muitos estudos mostram que as aves são bons bioindicadores de qualidade ambiental, desde contaminação de ambientes até mesmo para avaliações de projetos de restauração ambiental. Outro papel importante das aves é a [polinização](#). Ao visitarem as flores, para se alimentar, as aves contribuem para reprodução das plantas e formação dos frutos e sementes. As aves [polinizadoras](#) mais famosas são os beija-flores, mas outras espécies de aves podem nos fornecer esse serviço tão valioso.

As aves estão distribuídas por todo o mundo, é um dos grupos mais estudados e conhecidos, mas ainda temos muito para entender sobre estas espécies e os cidadãos cientistas são fortes aliados para aumentar as informações sobre comportamentos, distribuição e história natural das aves. Para auxiliar os cidadãos cientistas, neste capítulo apresentaremos informações sobre as principais características das aves polinizadoras e das plantas que elas utilizam como recurso alimentar, interação essa conhecida como [ornitofilia](#).

As espécies de aves polinizadoras, especialmente as nectaríferas (que se alimentam de néctar), possuem adaptações físicas que as ajudam a acessar e succionar o néctar, normalmente armazenado em câmaras no fundo das [corolas](#) das flores, e fisiológicas



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

que auxiliam na digestão do néctar. Algumas dessas principais características são: bico afilado com a língua alongada, moela reduzida e rins mais eficientes. É importante ressaltar que mesmo as aves nectarívoras consomem outros alimentos para suprir sua demanda energética, como por exemplo, os beija-flores completam sua dieta proteica consumindo pequenos invertebrados.

Ao longo da evolução, houve o surgimento nas plantas de características relacionadas à facilitação da visita por aves polinizadoras. Isso inclui mudanças no formato das flores e até na composição do néctar, já que espécies com néctar mais açucarado se tornaram mais atrativas para seus visitantes. Alguns grupos de aves, após descobrirem essa fonte de alimento, tornaram-se visitantes assíduos das flores, tomando o néctar e por vezes consumindo as flores. As espécies polinizadas por aves geralmente apresentam flores ou inflorescências maiores e mais robustas, que produzem maior quantidade de néctar e pólen. As flores ornitófilas não apresentam odor, abrem durante o dia e possuem coloração chamativa em tons de vermelho, laranja e/ou amarelo. A falta de odor e cores fortes atraem as aves, que são mais guiadas pelo estímulo visual e não são boas com o olfato. Para se ter uma ideia sobre isso é só pensarmos nas flores polinizadas por aves mais comuns, como as flores de hibisco, cactos, bananeiras e orquídeas.

A maioria das espécies de plantas neotropicais têm os beija-flores como seus principais polinizadores, mas algumas espécies de plantas mais generalistas são polinizadas por aves que empoleiram, isto é, que pousam nas flores, inflorescências ou em ramos próximos e realizam a visita sem voar. As plantas polinizadas apenas por beija-flores apresentam flores com corolas tubulares longas (Figura 1A), a deposição de pólen ocorre em região bem delimitada sobre o corpo dos polinizadores (e.g., bico, topo da cabeça) e poucas flores abrem simultaneamente por planta (Figuras 1B e 1D). Por outro lado, flores ornitófilas de corola curta recebem visitas de diferentes espécies de aves (incluindo alguns beija-flores) e nestas plantas muitas flores abrem simultaneamente por dia.

As flores neotropicais polinizadas por aves que pousam são mais robustas em relação às que são polinizadas por beija-flores, e apresentam diversos formatos e a deposição de pólen pode ocorrer em diferentes locais sobre o corpo das aves. A maioria dessas flores apresenta néctar em grande quantidade e mais diluído em relação às flores polinizadas por beija-flores. Flores neotropicais polinizadas principalmente por aves que pousam podem oferecer, além de néctar, corpos alimentares, gelatina açucarada ou mistura de pólen e óleo, além de hospedar insetos que são importantes itens alimentares para as aves, como no exemplo da *Mucuna japira* que iremos apresentar em seguida (Figura 1D).

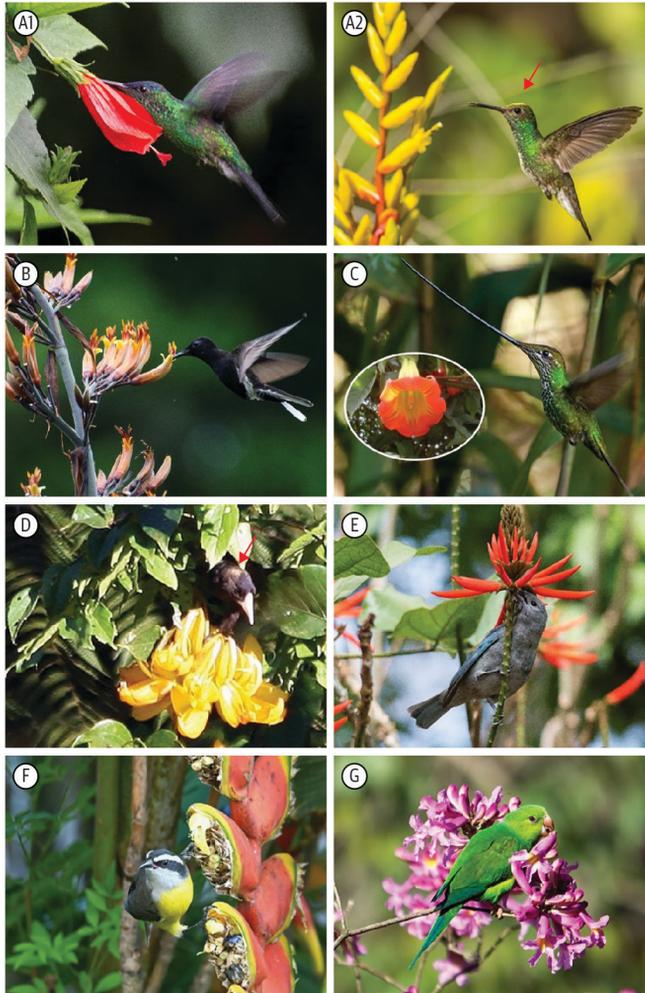


FIGURA 1. Aves polinizando plantas: (A1) Beija-flor-fronte-violeta (*Thalurania glaucopis*) e malvaisco (*Malvaviscus arboreus*), (A2) Beija-flor-de-banda-branca (*Chrysuronia versicolor*) e bromélia (*Vriesea* sp.), (B) Beija-flor-preto (*Florisuga fusca*) e *Phormium* sp., (C) Beija-flor-bico-de-espada (*Ensifera ensifera*) e *Brugmansia* sp., (D) Guaxe (*Cacicus haemorrhous*) e *Mucuna japira*, (E) Sanhaçu-cinzeiro (*Thraupis sayaca*) e mulungú (*Erythrina mulungu*), (F) Cambacica (*Coereba flaveola*) e bananeira de jardim (*Musa* sp.), (G) Periquito-verde (*Brotogeris tirica*) e ipê-rosa (*Tabebuia* sp.). As setas vermelhas nas figuras A2 e D indicam a deposição de pólen na cabeça das aves.

Créditos das fotos: (A) e (B) de João Paulo Krajewski, (C) de Ciro Albano, (D) de Kayna Agostini, (E), (F) e (G) de Marco Silva.

UM POUCO DE HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO: PLANTA E AVES

A princípio acreditava-se que as visitas frequentes das aves nas flores pudessem causar mal às plantas, no entanto, foi se observando que essa era uma [relação mutualística](#), ou seja, ambas as espécies ganham: plantas ganham colaboradores para levar seu pólen de uma flor a outra, e as aves ganham energia para sua sobrevivência. Essa parceria tem dado certo e as aves são atualmente os principais vertebrados polinizadores que estão presentes em várias partes do mundo, com exceção da Europa.

A polinização pode não ser direta, por exemplo, quando algumas aves não vão até as flores com a intenção de consumir o néctar das plantas; algumas espécies podem ir até as flores porque identificam essa como uma ótima oportunidade de encontrar presas (geralmente pequenos invertebrados). Esse é o caso das aves insetívoras, que ao tentarem capturar os insetos, que se alimentam das flores ou as estão usando como abrigo, acabam tocando no pólen e levando até a próxima flor. Um outro grupo de aves vê a planta como uma fonte de água, a qual fica acumulada depois de uma chuva e ao se refrescarem acabam encostando no pólen. Ou ainda, uma última hipótese, é que as aves que comem frutos (aves frugívoras) polinizam as flores quando vão se alimentar de seus frutos (Figura 1E). Essas variações nos mostram que as estratégias de reprodução das plantas ornitófilas são muitas (Figura 1G).

OS BEIJA-FLORES

Coloridos e brilhantes, os beija-flores são espécies que encantam pelo seu comportamento ágil e cores exuberantes. E como o próprio nome diz, essas espécies de aves têm uma relação estreita com as flores.

Os beija-flores (espécies da [família](#) Trochilidae) constituem o grupo de aves mais especializado em acessar o néctar das flores e são exclusivos das Américas. Atualmente, são conhecidas 360 espécies de beija-flores entre o Alasca até a Terra do Fogo e podem ser encontradas nas mais variadas altitudes. A Colômbia é o país com o maior número de espécies 163, no Equador são 132 e no Brasil temos 89, na Argentina são 36 e no Chile são 10 espécies de beija-flores. Conseguimos observar uma riqueza maior em regiões com grandes diferenças de altitudes (Figura 2).

Além do nome beija-flor, essas espécies são também chamadas no Brasil de colibri, cuitelinho, besourinho, bizunga e guanumbi. São aves [solitárias](#), mas que quando a oferta de recursos é abundante podemos encontrar vários indivíduos ou até mesmo várias espécies visitando uma mesma planta. Uma curiosidade, é

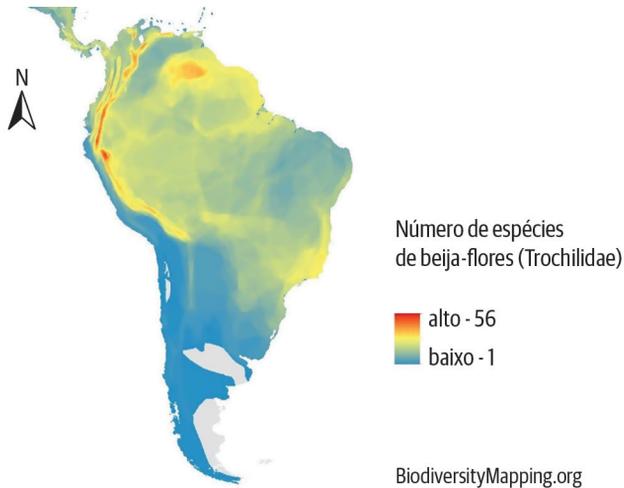


FIGURA 2. Mapa com a riqueza de espécies de beija-flores (espécies da família Trochilidae) na América do Sul.

que algumas espécies de beija-flores são especialistas em visitar flores com **corola** tubular longa, devido ao formato do seu bico. Esse é o caso do beija-flor-bico-de-espada (*Ensifera ensifera*) que ocorre em florestas subtropicais associadas com a Cordilheira dos Andes na Bolívia, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela (Figura 1C).

Beija-flores se alimentando nas flores proporcionam uma composição para fotos incríveis e por isso são os preferidos de muitos observadores de aves. O voo dos beija-flores é outra característica que gera a atenção e a curiosidade dos observadores de aves. Com seu poder de parar em voo, e até mesmo as manobras rápidas que essas espécies fazem, possibilitam o acesso às flores sem a necessidade de pousarem em um ramo da planta como ocorre para outras aves (Figura 1B).

OUTRAS ESPÉCIES DE AVES NECTARÍVORAS

A cambacica (*Coereba flaveola*) é muito conhecida, pois frequentemente visita os bebedouros artificiais nos jardins das residências (Figura 1F). Esta ave já foi considerada vilã no processo de polinização, pois perfura as flores, mas em muitos casos podem ter contato com o pólen durante as visitas e, então, atuar como polinizadores. Além das cambacicas, os traupídeos, que incluem os sanhaços (*Thraupis* sp.),

saíras (*Tangara* sp.) e saís (*Dacnis* sp.), são aves frugívoras que visitam as plantas para consumir os frutos e também já foram observados visitando as flores para se alimentar, sendo também potenciais polinizadores.

Um caso interessante é a polinização da espécie *Mucuna japura* (Leguminosae). Esta planta é polinizada pelo guaxe (*Cacicus haemorrhous*), que pertence à família Icteridae e são conhecidos por serem insetívoros. *Mucuna japura* tem flores explosivas que se abrem apenas se uma pressão for aplicada em suas pétalas. Para tomar o néctar, *Cacicus haemorrhous* insere seu bico em uma flor e o abre, pressionando as pétalas e provocando a abertura explosiva da flor. Esta ave também se alimenta das lagartas da borboleta *Astraptes talus* que empupam (ver pupa) dentro das flores de *Mucuna japura*. Assim, este polinizador possui o comportamento de uma ave insetívora, mas pode polinizar e se alimentar do néctar de *Mucuna japura* (Figura 1D).

O pombeiro-vermelho (*Combretum lanceolatum*) uma espécie de planta da família Combretaceae, é um outro caso de polinização interessante. Esta espécie de planta que ocorre no pantanal brasileiro tem nas flores a produção de uma secreção gelatinosa doce na forma de goma, que não é substituída depois de removida por uma ave e, portanto, assemelha-se a um fruto. As gomas gelatinosas e açucaradas atraem uma grande diversidade de aves visitantes, mas os principais polinizadores são sabiás, sanhaços e psitacídeos.

Sabendo agora um pouco mais sobre aves e polinização e utilizando um guia de aves para auxiliar na identificação das espécies, o cidadão cientista poderá contribuir mais precisamente para a construção do conhecimento sobre a polinização. Outra dica importante para o registro de uma espécie de ave polinizadora é observar características do ambiente (a posição da ave na vegetação, qual é a espécie da planta visitada e o tipo de vegetação ao redor) e fornecer o máximo de informações que conseguir nas plataformas de ciência cidadã, tais como WikiAves (Brasil), *eBird* e *iNaturalist*. Ao observar a espécie, atente-se a algumas características corporais que isso vai te ajudar a identificá-la (Figura 3).

Boa observação dos polinizadores!

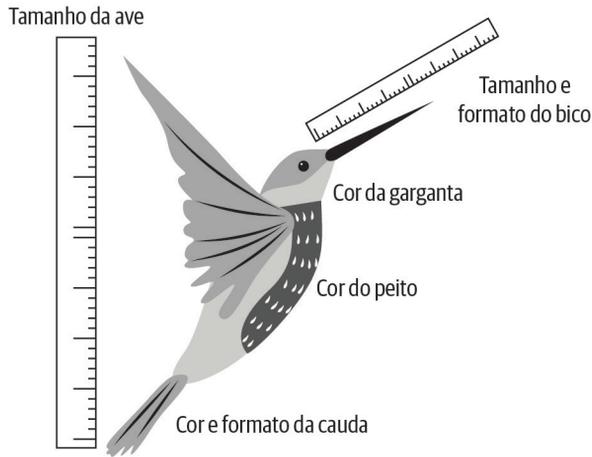


FIGURA 3. Dicas para o observador de características que podem ajudar na identificação de uma espécie de ave.

SUGESTÃO DE LEITURA

Barbosa, K. V. C., Develey, P. F., Ribeiro, M. C., & Jahn, A. E. (2021). *The contribution of citizen science to research on migratory and urban birds in Brazil*. *Ornithology Research*, 29, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s43388-020-00031-0>.

Buzato, S., Giannini, T. C., Machado, I. C., Sazima, M., & Sazima, I. (2012). Polinizadores vertebrados: uma visão geral para as espécies brasileiras. In V. L. Imperatriz-Fonseca, D. A. L. Canhos, D. A. Alves, & A. M. Saraiva (Orgs.), *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais* (pp. 119-141). São Paulo: Edusp.

Mendonça, L. B., & Anjos, L. (2006). Feeding behavior of hummingbirds and perching birds on *Erythrina speciosa* Andrews (Fabaceae) flowers in an urban area, Londrina, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1), 42-49. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000100002>.

Piacentini, V. Q. (2017). *Beija-flores do Brasil*. São Paulo: Aves & Fotos Editora.

Rech, A. R., Agostini, K., Oliveira, P. E., & Machado, I. C. (2014). *Biologia da polinização* (577 p.). Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural.

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s02c08.pt>

Polinização por morcegos e sua importância

Lourdes Boero¹, Kayna Agostini², Arthur Domingos-Melo³

¹ Laboratorio de Ecología Evolutiva y Biología Floral, Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, CONICET, FCEFYN, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, lourdes.boero@unc.edu.ar

² Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, DCNME, Araras, São Paulo, Brasil, kayna@ufscar.br

³ Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina, Pernambuco, Brasil, arthurdom.melo@gmail.com

Os morcegos (Ordem Chiroptera) apresentam características notáveis. Primeiro, são os únicos mamíferos capazes de voar. Suas asas são formadas por membranas, que são extensões delgadas, elásticas e flexíveis de pele, que se sustentam nos braços e nos dedos 2 a 5 muito alongados, enquanto o polegar é livre, curto e com forma de gancho. Em segundo lugar, eles usam a ecolocalização para detectar seus alimentos e se orientar no escuro. Terceiro, apresentam uma grande diversidade: com cerca de 1.400 espécies no mundo, são muito variados em termos de tamanhos (pesando entre 2 g e 1.600 g), cores, formas e dietas. Há morcegos que comem insetos (insetívoros), vertebrados terrestres (carnívoros), peixes (piscívoros), sangue (sanguívoros), animais e vegetais (onívoros), frutas (frugívoros) e néctar (nectarívoros).

Os morcegos tendem a ser desvalorizados, em parte devido ao desconhecimento popular e a mitos como: “que são cegos”, “que são ratos com asas”, “que estão todos doentes”, “que todos sugam sangue” ou “que eles são uma praga”. Isso representa uma ameaça quando leva a ações como assassinatos intencionais destes seres. Portanto, é importante divulgar a importância dos morcegos, e aqui nos concentraremos nos polinizadores.



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

OS MORCEGOS POLINIZADORES

A nectarivoria evoluiu em dois grupos independentes. Por um lado, existem as raposas-voadoras (**família** Pteropodidae), que são médias a muito grandes (entre 15 g e 1.600 g). Habitam regiões tropicais e subtropicais da Ásia, África e Oceania, sendo conhecidas 186 espécies, que se alimentam de frutas e / ou néctar, das quais 15 são principalmente nectaríferas. Por outro lado, os filostomídeos (Phyllostomidae) ou morcegos-das-folhas-nasais (devido a uma extensão da pele no focinho), variam de pequenos a grandes (entre 7 g e 200 g). Eles vivem nas Américas, incluem 226 espécies, e todos os tipos de dieta estão representados, exceto os piscívoros. Algumas espécies onívoras, por exemplo, como o morcego-falso-vampiro (*Phyllostomus discolor*), ou frugívoras, como o grande morcego-da-cara-branca (*Artibeus lituratus*), ocasionalmente consomem néctar, embora não sejam especializados. Em contraste, morcegos nectaríferos especializados consomem principalmente néctar e apresentam inúmeras **adaptações** a esse tipo de dieta. Eles estão divididos nas subfamílias Glossophaginae e Lonchophyllinae, com 36 e 20 espécies, respectivamente. Na América do Sul vivem 40 espécies nectaríferas, atingindo o sul do Brasil, norte do Chile e Argentina. A maior riqueza de espécies ocorre nas latitudes mais baixas e, por sua vez, nas florestas andinas. Eles habitam ambientes variados, como florestas tropicais e subtropicais, tanto de montanhas como de várzeas, bem como florestas secas e desertos (Figura 1).

Dentre as **adaptações** singulares dos morcegos nectaríferos especializados, destacam-se os focinhos alongados com dentes reduzidos (em número e / ou tamanho), as línguas

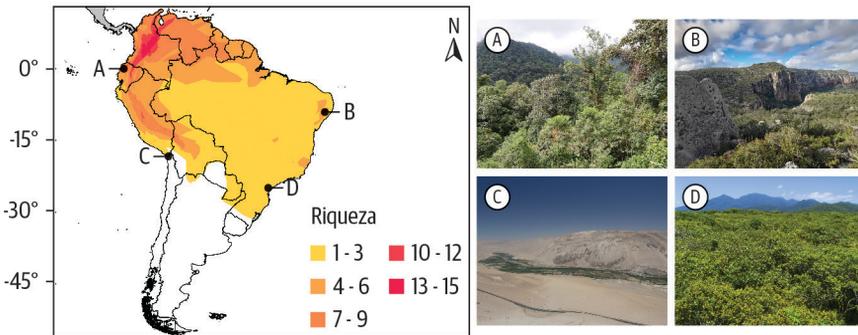


FIGURA 1. Riqueza de espécies de morcegos nectaríferos especializados na América do Sul e exemplos de habitats: (A) Floresta de nuvem andina, Equador, (B) Floresta seca chamada Caatinga, Brasil, (C) Deserto, Chile, (D) Floresta Atlântica, Brasil.

Elaborado por Lourdes Boero a partir de mapas das espécies de interesse disponíveis em "IUCN Red List" (<https://iucnredlist.org/>). Créditos das fotos: (A) de Alicia Sérsic e (C) de Gonzalo Ossa.

adaptadas ao consumo de néctar e o vôo sustentado. O comprimento dos focinhos pode variar de pouco a muito alongado, refletindo a especialização na nectarivoria, uma vez que, além do néctar, consomem insetos e, às vezes, frutas. Assim, o morcego nectarívoro comum (*Glossophaga soricina*), pouco especializado, tem focinho levemente alongado e pouca redução dentária (Figura 2A). No outro extremo, encontramos o morcego-de-focinho-comprido peruano (*Platalina genovensium*) (Figura 2B) e o morcego nectarívoro de Vieira (*Xeronycteris vieirai*) (Figura 2C), que possuem focinho muito comprido e, este último, a menor dentição de todas. As línguas apresentam **adaptações** que permitem o consumo eficiente de néctar em frações de segundo. Os morcegos da subfamília Glossophaginae têm línguas com **papilas** retráteis que se expandem ao contato com o néctar (como uma escova). Lonchophyllinae têm línguas e músculos com sulcos nas laterais, que realizam sucção (como um canudo). O comprimento da



FIGURA 2. Focinho curto de (A) morcego nectarívoro comum (*Glossophaga soricina*, Glossophaginae) e compridos de (B) morcego longirrostri peruano (*Platalina genovensium*) ou (C) do morcego nectarívoro de Vieira (*Xeronycteris vieirai*) (Lonchophyllinae), (D) Língua de morcego sem cauda de lábio tubular (*Anoura fistulata*, Glossophaginae) distendida durante o consumo de néctar.

Créditos das fotos: (A) de Martín Lepez, (B) de Gonzalo Ossa e (D) de Nathan Muchhala.

língua também é importante, sendo o caso mais dramático do morcego-sem-cauda-de-lábios-tubulares (*Anoura fistulata*) (Figura 2D), cuja língua distendida é mais comprida que o próprio corpo e fica armazenada em seu esôfago quando se retrai. Por fim, o voo sustentado permite que esses animais façam visitas rápidas (menos de um segundo), bebendo o néctar sem precisar pousar nas flores (Figuras 2 a 4).

Os morcegos são **polinizadores** extremamente eficientes. A pelagem destes seres permite a aderência de abundantes quantidades de pólen, que podem ser transportados por vários quilômetros devido à sua grande capacidade de voo. As habilidades sensoriais que lhes permitem encontrar as flores são notáveis. O seu olfato é muito apurado e permite-lhes encontrar flores a curtas ou longas distâncias através da percepção passiva. Eles têm preferência por **compostos sulfurados**, aos quais são muito sensíveis. A **ecolocalização** é um sentido comum aos morcegos, exceto para raposas-voadoras, e está associada à percepção ativa do ambiente, como um sonar (Figura 3 e, por exemplo, *Mucuna urens*). Glossophaginae percebem luz verde e ultravioleta, enquanto Lonchophyllinae apenas luz verde. Portanto, Glossophaginae pode discriminar cores, principalmente quando há luz (crepúsculo e amanhecer). Ambos os grupos têm **fotorreceptores** muito sensíveis, o que lhes permite ver no escuro sem discriminar cores (Figura 3).

Se quiser identificá-los, deve descartar-se a opção de capturá-los, pois, embora a incidência de doenças que podem transmitir seja muito baixa, não devem ser manuseados (o mesmo para o resto da fauna silvestre!), a não ser que você tenha treinamento, material adequado e esteja imunizado com vacinas preventivas. Alternativamente, é possível apreciar sua interação com as flores por meio da observação direta. Devido à rapidez das visitas e ao fato de ocorrerem no escuro, recomenda-se escolher flores focais e observá-las contra o céu continuamente durante o crepúsculo e a noite. Percebendo uma visita floral, você pode prestar atenção se o morcego faz um voo sustentado. Este comportamento é uma indicação útil de que o morcego em questão é um nectarívoro especializado, embora dependendo da flor, às vezes possam se empoleirar (Figura 4B). Em contraste, morcegos frugívoros e onívoros sempre pousam na flor para acessar o néctar. Ao pousar nas flores, podem deixar marcas, que indiretamente podem nos mostrar quais morcegos as visitam e o número de visitas (Figura 4C).

CARACTERIZAÇÃO DAS FLORES

Plantas polinizadas por morcegos (quiropterófilas) evoluíram principalmente de flores polinizadas por mariposas ou aves. Acompanhando o grande tamanho de seus

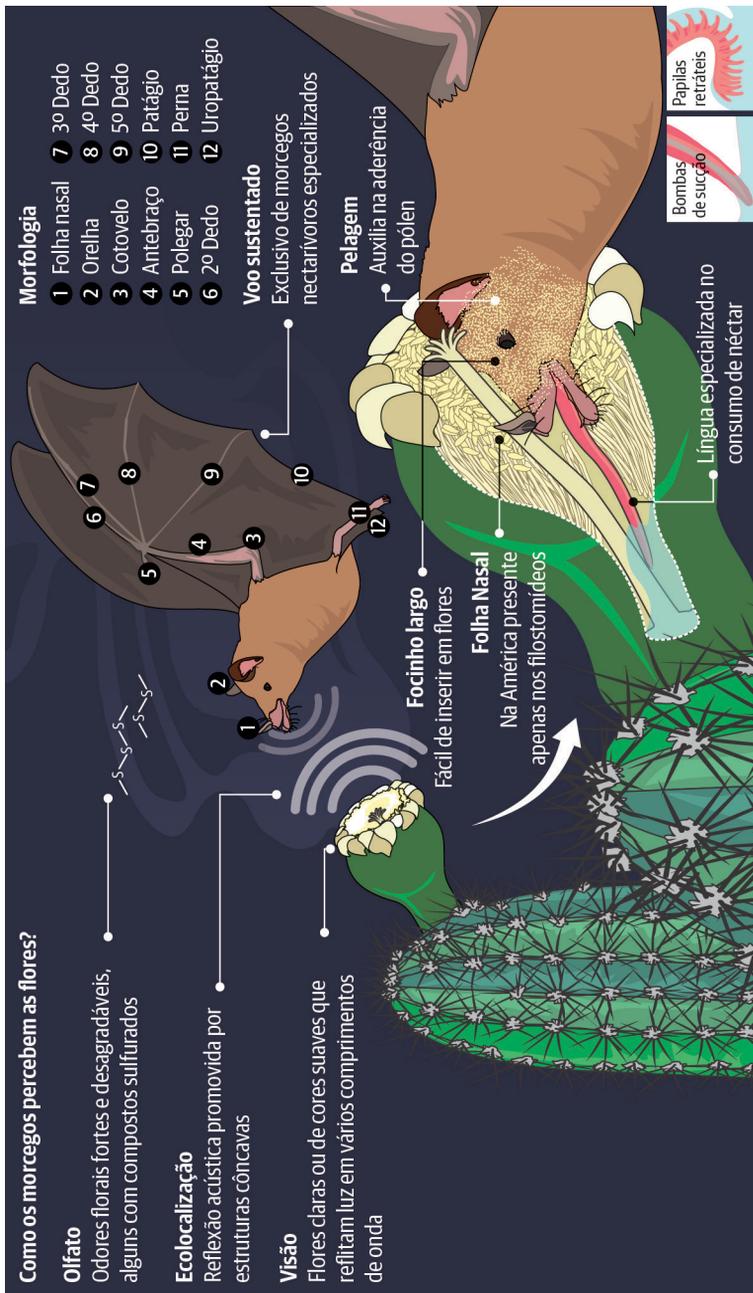


FIGURA 3. Esquema ilustrativo da visita do morcego nectarívoro de Vieira (*Xeronycteris vieirai*, Lonchophyllinae) a uma flor de *Pilosocereus pachiclادus* (Cactaceae) na Caatinga no Brasil, ilustrando detalhes da morfologia do morcego nectarívoro e sua interação com as flores. Esquema produzido por Arthur Domingos-Melo.

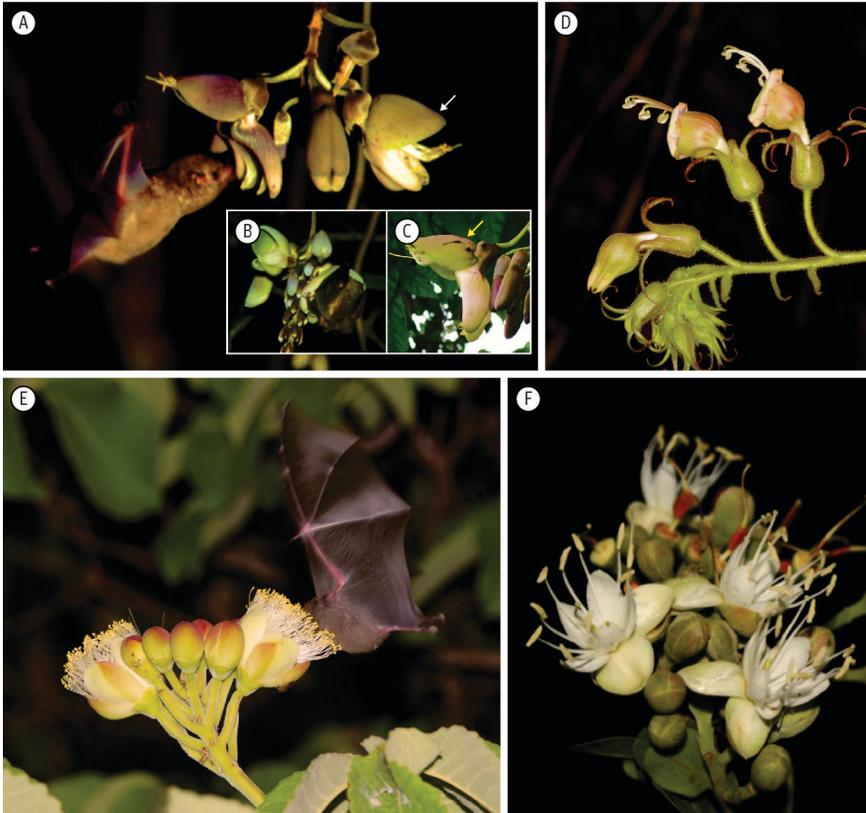


FIGURA 4. Diferentes formas de visita em *Mucuna urens* (Fabaceae), (A) voo sustentado e (B) morcego pousado na flor, (C) detalhe das marcas de garras. As setas indicam a pétala estandarte, (D) Morfologia floral "tipo máscara" em *Nicotiana otophora* (Solanaceae) e (E) morfologia floral aberta "tipo escova", em *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), e disco, em *Hymenaea cangaceira* (Fabaceae).

Créditos das fotos: (D) de Andrea Cocucci e (E) de Christiano Coelho e Paulo E. Oliveira.

polinizadores, suas flores ou inflorescências são grandes e robustas, principalmente aquelas que recebem morcegos que pousam nas flores. As flores quiropterofílicas são noturnas e produzem muito pólen e néctar, porém com baixa concentração de açúcares. Para localizar esses recursos florais, a cor, o cheiro e a forma das flores são importantes para guiar os morcegos (Figura 3).

A cor das flores polinizadas por morcegos é geralmente opaca (ex: branca, esverdeada ou amarelada), auxiliando na localização visual, principalmente nas cores que

contrastam com o ambiente; o cheiro forte (semelhante ao cheiro de alho) auxilia na localização olfativa. Os morcegos também usam a **ecolocalização**, portanto a forma da flor é crucial. Estas flores podem ser zigomórficas (simetria bilateral), geralmente tubulares ou em forma de sino ou garganta (também chamada “tipo máscara”), sendo que o **pólen** é depositado em uma região específica do corpo do polinizador (por exemplo, focinho, pescoço ou barriga). Estas plantas têm poucas flores abertas por noite por indivíduo e o néctar está localizado em regiões de difícil acesso. Existem também flores quiropterófilas actinomórficas (simetria radial), com muitos **estames** (“tipo escova”), com alta produção de pólen e com néctar que se acumula em local de fácil acesso.

Exemplos de flores são detalhados a seguir. *Mucuna urens* (Fabaceae, Figuras 4A a C), da América Central e do Sul, possui flores com **pétalas estandarte**, principalmente côncavas, sendo importante para o morcego nectarívoro comum (*G. soricina*) encontrar a flor por ecolocalização. Para acessar o néctar, o morcego se agarra à flor e exerce pressão, ativando o mecanismo explosivo de liberação do pólen. *M. urens* tem apenas uma chance de ser polinizada, pois nas visitas subsequentes o morcego visita a flor em voo e não entra em contato com as partes reprodutivas. *Nicotiana otophora* (Solanaceae, Figura 4D) habita as florestas tropicais andinas (Yungas) na Bolívia e Argentina. Possui uma morfologia floral tipo máscara que se encaixa perfeitamente à face dos morcegos nectarívoros. Esta morfologia é altamente especializada e exclusiva de espécies polinizadas por morcegos. Outras espécies como *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae, Figura 4E), muito comum no Cerrado brasileiro, e *Hymenaea cangaceira* (Fabaceae, Figura 4F) (na Caatinga) possuem flores polinizadas por morcegos nectarívoros e frugívoros. Isso se deve ao fácil acesso ao néctar e aos numerosos **estames** em diferentes posições que fazem com que o **pólen** se deposite sobre uma grande área do corpo do morcego.

IMPORTÂNCIA DOS MORCEGOS COMO POLINIZADORES

Pelo menos 528 espécies de plantas são polinizadas por morcegos no mundo e 360 nas Américas. Os morcegos são essenciais para a reprodução das plantas, pois, segundo estudos científicos, a produção de frutos e / ou sementes é 80% menor se as flores forem cobertas para impedir que os morcegos as acessem do que se permitirmos que eles as polinizem livremente. As espécies polinizadas por morcegos representam 2% a 4% das **comunidades**, embora surpreendentemente na floresta seca da Caatinga (nordeste do Brasil) elas cheguem a 13%. Em muitos desertos,

morcegos filostomídeos polinizam plantas predominantes e de grande importância ecológica nesses ambientes, como cactos colunares (família Cactaceae) e agaves (Agavaceae). Algumas espécies de plantas são muito comuns em cidades, como o dedaleiro *Lafoensia pacari* (Lythraceae), a mafumeira *Ceiba petandra* (Malvaceae) e a cabaceira *Crescentia cujete* (Bignoniaceae); muitas são usadas como ornamentais, como algumas bromélias (Bromeliaceae), cactos e agaves. De algumas árvores se usa a madeira, como a árvore-balsa *Ochroma pyramidale* (Malvaceae) ou a fibra (*Ceiba petandra*). Algumas frutas são muito valorizadas para consumo local no Brasil, como o pequi *Caryocar brasiliense* e o jatobá *Hymenaea* spp. (Fabaceae). O fruto de *Stenocereus queretaroensis* (Cactaceae) é comercializado no México e estimou-se que a polinização por morcegos gera ganhos importantes. Por último, os morcegos do deserto do México apoiam a indústria multibilionária da tequila polinizando a *Agave tequilana* e, além disso, pulque e mezcal produzidos a partir de outras espécies de agaves.

SUGESTÕES DE LEITURA

Bredt, A., Uieda, W., & Pedro, W. A. (2012). *Plantas e morcegos: na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana*. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado.

Buzato, S., Giannini, T. C., Machado, I. C., Sazima, M., & Sazima, I. (2012). Polinizadores vertebrados: uma visão geral para as espécies brasileiras. In V. L. Imperatriz-Fonseca, D. A. L. Canhos, D. A. Alves, & A. M. Saraiva (Orgs.), *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. São Paulo: Edusp.

Díaz, M. M., Solari, S., Gregorin, R., Aguirre, L. F., & Barquez, R. M. (2021). *Clave de identificación de murciélagos neotropicales* (Publicación Especial Nº 4 PCMA). Tucumán, Argentina: Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina.

Fischer, E., Araujo, A. C., & de Gonçalves, F. (2014). Polinização por vertebrados. In A. R. Rech, K. Agostini, P. E. Oliveira, & I. C. Machado (Eds.), *Biologia da polinização*, Rio de Janeiro: Projecto Cultural.

Moya, I. M., & Tschapka, M. (2007). Los murciélagos como polinizadores efectivos. In L. F. Aguirre (Ed.), *Historia Natural, Distribución y Conservación de los Murciélagos de Bolivia*. Santa Cruz, Bolivia: Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño.

Moscas (dípteros) e seu papel na polinização

Rodrigo M. Barahona-Segovia^{a,b}, Arthur Domingos-Melo^c, Marcela Moré^d, Pablo Mulieri^e

^a Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, avda. Fuschlöcher 1305, Osorno, Chile, rbarahona13@gmail.com.

^b Moscas Florícolas de Chile - proyecto de ciencia ciudadana, Valdivia, Chile

^c Universidade de Pernambuco - Campus Petrolina, Pernambuco, Brasil, arthurdom.melo@gmail.com

^d Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba), Córdoba, Argentina, mmore@imbiv.unc.edu.ar

^e Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" - CONICET, Buenos Aires, Argentina, mulierii@yahoo.com

COMO RECONHECEMOS UMA MOSCA?

As moscas são insetos que fazem parte da ordem Diptera. O nome vem do grego e significa «di» duas e «pteron» asa”, indicando a característica que diferencia as moscas do resto dos grupos de insetos voadores como as abelhas e as borboletas, que possuem quatro asas. Apesar dessa diferença, as moscas são muito ativas e capazes de realizar voos frenéticos, repletos de manobras incríveis. Essa característica de seu comportamento está intimamente relacionada a outro de seus hábitos: a necessidade de ingerir néctar para garantir a energia necessária para sustentar esse comportamento ativo. É por isso que as moscas frequentam as flores, sendo potencialmente polinizadores.

Existem outras estruturas específicas que compõem o esquema do seu corpo. Além do par de asas funcionais, as moscas são caracterizadas por um tórax robusto que



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

carrega os músculos necessários para o voo. Eles também têm um par de balancins (ou halteres) que representam os vestígios do segundo par de asas, que são reduzidos e se tornaram órgãos sensoriais complexos (Figura 1). Esses balancins têm formato semelhante ao da alavanca de câmbio de um carro e fornecem às moscas muito de sua

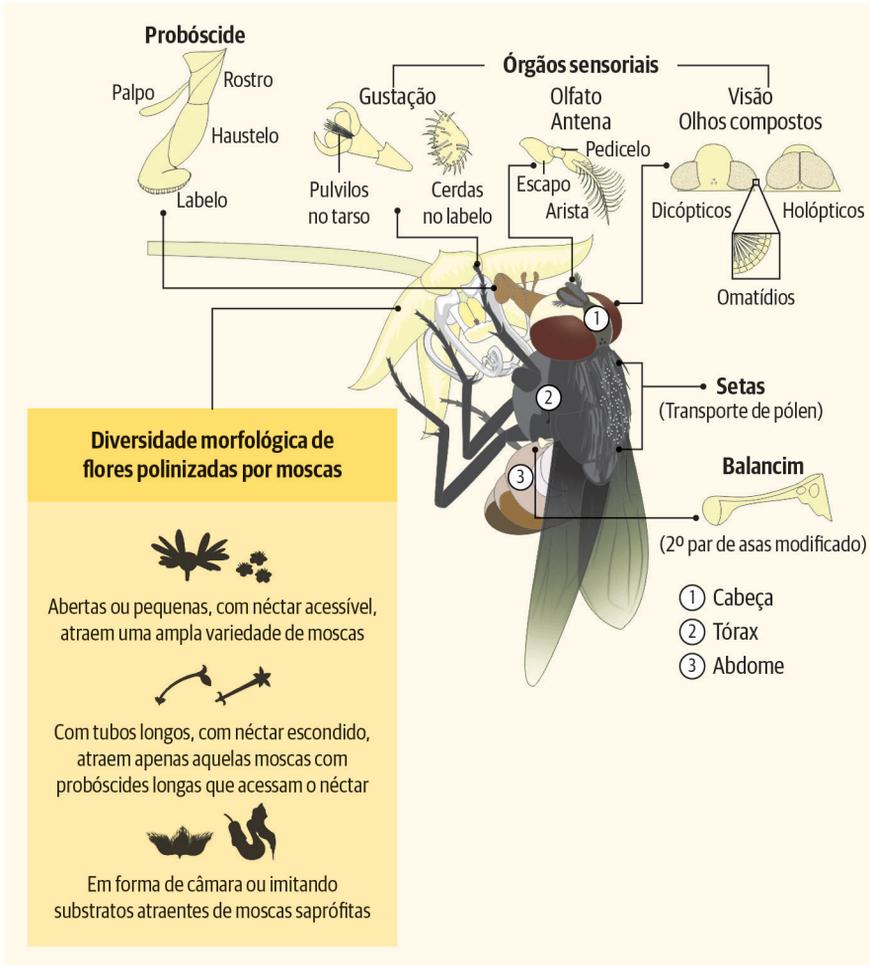


FIGURA 1. Esquema da visita de *Musca domestica* (Muscidae) à *Ditassa hastata* (Asclepiadoideae - Apocynaceae) ilustrando as características gerais das moscas que lhes permitem explorar as flores e polinizá-las.

Esquema gerado por Arthur Domingos-Melos.

capacidade de manobra e controle durante o voo. Outra característica importante é o aparelho oral ([probóscide](#)), único entre os insetos, adaptado para sugar diretamente o alimento na forma líquida e que atua de forma semelhante a uma esponja absorvente (Figura 1). O tamanho e a forma da probóscide variam entre os grupos de espécies e, em alguns grupos, como Acroceridae e Nemestrinidae, podem ser tão longas ou mesmo maiores que o comprimento do corpo (Figuras 2A e 2B). As moscas podem regurgitar “saliva” em superfícies secas, onde detectam açúcares sólidos, para que possam absorvê-los após a digestão externa ao corpo. A maneira como elas encontram esses açúcares é provando o sabor das superfícies nas quais pousam (por exemplo, folhas ou galhos) por meio de órgãos sensoriais presentes na superfície de suas pernas. Os odores são captados por pequenos órgãos receptores chamados sensilas, localizadas principalmente nas antenas (Figura 1). Estas são pontiagudas, filiformes (em forma de fio) ou plumosas. As antenas são extremamente sensíveis, permitindo que as moscas detectem quantidades muito baixas de compostos florais [voláteis](#) durante o voo. Os olhos bem desenvolvidos indicam a grande capacidade de visão desses insetos (Figura 1). Os olhos são capazes de captar o movimento de uma flor produzido pelo vento e de um predador em questão de milissegundos. Por outro lado, não conseguem distinguir uma grande variedade de cores. Vale ressaltar que em algumas famílias como Syrphidae, Bombyliidae ou Tabanidae, os machos possuem olhos holópticos, ou seja, olhos colados entre si, enquanto as fêmeas possuem olhos dicópticos ou separados (Figura 1). Por fim, outra característica muito marcante é a presença de pelos ou cerdas, que recobrem o corpo das moscas (Figura 1). Essa pilosidade varia em tamanho, tipo e abundância dependendo da espécie e pode ser muito evidente em certos grupos como Bombyliidae, Nemestrinidae e Tachinidae. Essas cerdas são muito importantes para a [polinização](#), pois permitem que o [pólen](#) seja transportado de uma flor para outra.

POR QUE AS MOSCAS VISITAM AS FLORES?

As flores são importantes na vida de muitas moscas, que as visitam em busca de alimento, para se expor ao sol, para acasalar e até mesmo para depositar seus ovos (Figuras 1 e 2). Muitas flores oferecem néctar ou [pólen](#) às moscas, enquanto a planta se beneficia desses insetos como vetores para a movimentação do pólen, estabelecendo uma [relação mutualística](#). Nestes casos os insetos notam a presença das flores principalmente devido à coloração marcante das [corolas](#). Muitos grupos de moscas (Syrphidae, Calliphoridae) são atraídos pela cor amarela (Figura 2D), enquanto outros grupos (Bombyliidae e Nemestrinidae) são visitantes frequentes de flores de coloração azul-claro, roxo e rosa (Figura 2A). Outras flores, por outro lado, confundem as moscas, pois se parecem com substratos para oviposição, como

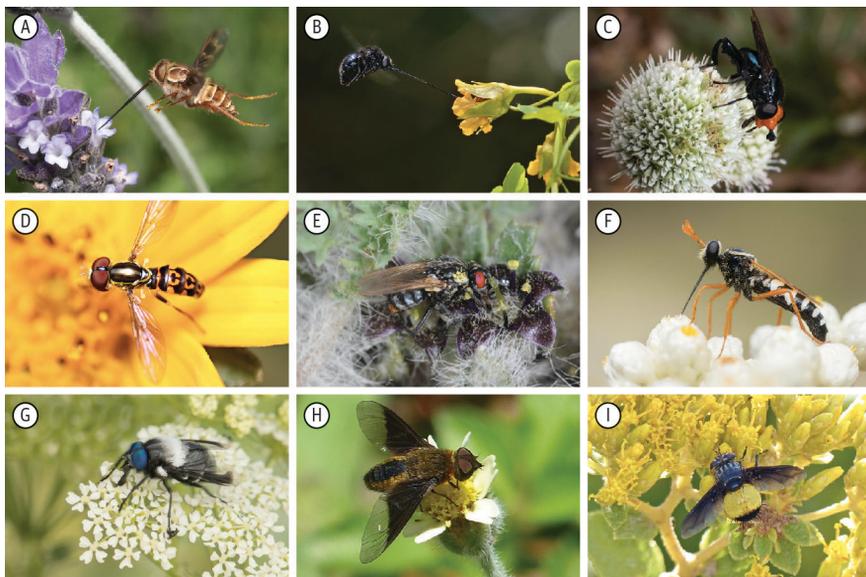


FIGURA 2. Moscas visitando flores: (A) *Trichophthalma nubipennis* (Nemestrinidae) visitando *Lavandula* sp. (Lamiaceae), Chile, (B) *Lasia corvina* (Acroceridae) visitando *Tropaeolum brachyceras* (Tropaeolaceae), Chile, (C) *Stilbosoma rubiceps* (Syrphidae) visitando *Eryngium paniculatum* (Apiaceae), Chile, (D) *Toxomerus virgulatus* (Syrphidae) visitando uma Asteraceae, Brasil, (E) *Microcerella* sp. (Sarcophagidae) visitando *Jaborosa magellanica* (Solanaceae), Argentina, (F) *Mitrodetus dentitarsis* (Mydidae) visitando *Pseudognaphalium viravira* (Asteraceae), Chile, (G) *Oscia varia* (Tabanidae) visitando *Conium* sp. (Apiaceae), Chile, (H) *Chrysanthrax* sp. (Bombyliidae) visitando *Tridax procumbens* (Asteraceae), Brasil, (I) *Xanthozona melanopyga* (Tachinidae) visitando *Calea fruticosa* (Asteraceae), Brasil.

Crédito das fotos: (A) de Jorge de La Torre Aninat, (B) de Pedro Vargas, (C) de Josefina Arce, (D) de Lucas Ezequiel Rubio, (E) de Andrea Cocucci, (F) de Vicente Valdés, (G) de Guillermo Arenas, (H) e (I) de Carlos A.S. Correia.

carniça, matéria fecal e fungos. Certas moscas e varejeiras (Muscidae, Calliphoridae e Sarcophagidae) se aproximam dessas flores atraídas principalmente pelos odores que as flores emitem (Figura 2E).

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO

Cerca de 160 mil espécies de Diptera são conhecidas mundialmente, agrupadas em 180 **famílias**; delas, mais de 31.000 mil espécies estão distribuídas na **região**

Neotropical. As moscas que visitam as flores têm uma grande variedade de formas, tamanhos, cores e comportamentos. Existem espécies que se parecem com abelhas ou vespas (Figura 2), enquanto outras têm a aparência típica de moscas. Algumas espécies se alimentam em suspensão no ar, enquanto outras devem pousar na flor, onde entram em contato com as estruturas reprodutivas (Figura 2). As moscas polinizadoras habitam quase todos os ecossistemas e desempenham um papel importante em locais onde outros grupos de polinizadores são menos abundantes, como nas florestas andinas, patagônicas ou temperadas.

Entre as **famílias** de moscas que visitam avidamente as flores podemos destacar algumas muito coloridas ou de grande tamanho como Acroceridae, Bombyliidae, Calliphoridae, Muscidae, Nemestrinidae, Syrphidae, Sarcophagidae, Tachinidae ou Tabanidae (Figura 2). Mas, também existem moscas menores e menos conspícuas que podem ser decisivas na formação de frutos ou sementes como Anthomyiidae, Bibionidae, Empididae, Lauxaniidae ou Stratiomyidae. Algumas famílias como Tipulidae ou Keroplatidae apresentam hábitos noturnos e podem desempenhar um papel ainda pouco conhecido na polinização. Apesar da enorme **diversidade** de moscas que polinizam, ainda não temos um registro completo das espécies presentes no Chile, Brasil e Argentina. No entanto, algumas famílias, como Syrphidae, Bombyliidae ou Muscidae, ilustraram catálogos em nível nacional, municipal ou estadual.

IMPORTÂNCIA DAS MOSCAS NOS ECOSISTEMAS

As moscas desempenham um papel fundamental em ambientes naturais e perturbados, como nas cidades, pois atuam como **polinizadores**, controladores biológicos e decompositores devido à sua natureza **generalista**, embora com exceções. Algumas espécies de plantas são polinizadas exclusivamente por moscas, ou seja, se as moscas não visitam as flores destas plantas, as mesmas não podem formar frutos e sementes, como o cacau, que depende das moscas Cecidomyiidae ou Ceratopogonidae. Algumas espécies de Syrphidae polinizam e mantêm manguezais ajudando a **biodiversidade** marinha ou ajudam na conservação de *Gomortega keule*, uma árvore **endêmica** e ameaçada do Chile central. O controle biológico é realizado tanto por larvas quanto por adultos, ao regular a abundância de outros insetos. Por exemplo, as larvas de Bombyliidae, Tachinidae e Nemestrinidae são parasitas de uma grande variedade de mariposas, gafanhotos ou vespas, enquanto os adultos de Asilidae ou Muscidae caçam outros insetos, regulando suas populações. Finalmente, muitas larvas são decompositores de matéria orgânica e contribuem para o ciclo de nutrientes em cavidades, frutos ou madeira morta (Syrphidae),

carniça (Calliphoridae), fezes (Sarcophagidae), lixo ou detritos (Ceratopogonidae, Muscidae ou Stratiomyidae). Esses breves exemplos demonstram que as moscas podem ser decisivas para o bem-estar humano e a conservação da natureza.

LEITURAS SUGERIDAS

Díaz, B. M., Maza, N., Castresana, J. E., & Martínez, M. A. (2020). *Los sírfidos como agentes de control biológico y polinización en horticultura*. Buenos Aires: Ediciones INTA, Estación Experimental Agropecuaria Concordia.

Monzón, V., Ruz, L., Barahona-Segovia, R. M., Durán, V., Villagra, C., Henríquez-Piskulich, P., & Estrada, P. (2020) *Insectos polinizadores nativos de la zona central de Chile: guía de bolsillo*. Chile: Ministerio del Medio Ambiente de Chile.

Nadia, T. C. L. & Machado, I. C. (2014). Polinização por dípteros. In A.R. Rech, K. Agostini, P.E. Oliveira & I.C. Machado (Orgs.), *Biologia da polinização* (pp. 277-290). Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural.

Raguso, R. A. (2020). Don't forget the flies: dipteran diversity and its consequences for floral ecology and evolution. *Applied Entomology and Zoology*, 55(1), 1-7.

Roig-Juñent, S., Claps, L. E., & Morrone, J. J. (2014). Discusión y conclusiones de la biodiversidad de artrópodos argentinos. In L. Claps. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos (Vol. 4, pp. 537-543)*. San Miguel de Tucumán, Argentina: Editorial INSUE - UNT.

SEÇÃO III

CIÊNCIA CIDADÃ E POLINIZADORES



<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s03c10.pt>

Como se tornar um cientista cidadão?

**Marina P. Arbetman^{1*}, Rodrigo M. Barahona-Segovia², Adriana Burgos³,
Alexandra Aparecida Gobatto⁴, Sheina Koffler⁵, Caren Queiroz Souza⁶**

¹ Grupo de Ecología de la Polinización, EcoPol. Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA) Universidad Nacional del Comahue - CONICET, Bariloche, Argentina, marbetman@comahue-conicet.gov.ar

² Departamento de ciencias naturales y biodiversidad, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile, rbarahona13@gmail.com

³ Jardín Botánico Carlos Thays, GCBA, C. de Buenos Aires, Argentina, adriburgos@gmail.com

⁴ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Centro de Responsabilidade Socioambiental, Rio de Janeiro/Brasil, agobatto@jbrj.gov.br

⁵ Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, sheina.koffler@usp.br

⁶ Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil, carenq.souza@gmail.com

*Autora para la correspondencia

Todos los autores aportaron su trabajo de forma equivalente

CIÊNCIA CIDADÃ

A Ciência Cidadã nos dá a oportunidade de conhecer mais a natureza, aprender sobre ela, contribuir para a ciência, compartilhar nossas observações e motivar outras pessoas a se interessarem pela [biodiversidade](#) que nos rodeia. Além disso, a ciência cidadã pode contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas e legislações, além de promover a participação da sociedade na tomada de decisões. **São muitos os motivos para participar em projetos de Ciência Cidadã!**



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

COMPARTILHAMOS 5 DOS MOTIVOS DE QUE MAIS GOSTAMOS

- 1. Conhecer a biodiversidade na América do Sul**
Descobrir espécies raras e novas.
Aprendendo características das espécies.
- 2. Compartilhar experiências e conhecimentos**
Com cientistas mulheres e homens.
Com outras pessoas da comunidade.
- 3. Conectar-se com a natureza**
Incorporando em sua vida diária.
Reconhecendo seu valor,
em todas as suas dimensões.
- 4. Contribuir para a pesquisa científica**
Fornecendo registros com suas observações.
Fornecendo dados específicos
(desconhecidos para a ciência).
- 5. Desenvolver habilidades pessoais e profissionais**
Fornecendo diversidade de saberes.
Usando novas ferramentas ou técnicas
e exercitando novas formas de pensar.

Na ciência cidadã, trabalhamos em conjunto com a comunidade científica, por isso há um feedback constante e positivo (como trabalham os cientistas? Veja o Box 1 a seguir).

Você pode participar como um colaborador, contribuindo com dados para um projeto ou como um líder de projeto participando de seu planejamento.

COMO OS CIENTISTAS TRABALHAM E COMO A CIÊNCIA É CONSTRUÍDA?

Os projetos de ciência cidadã que trabalham com [visitantes florais](#), [polinizadores](#) e [polinização](#) podem ter uma variedade de objetivos e formas de desenvolvimento.

TIPOS DE PROJETOS E EXEMPLOS DE PERGUNTAS CIENTÍFICAS

Os [registros](#) de ciência cidadã podem auxiliar a responder perguntas científicas e também podem inspirar novas perguntas.

Há projetos nos quais as perguntas são elaboradas **antes** e outros em que elas surgem **depois** da realização e submissão dos [registros](#). Seja qual for a modalidade, há muitas perguntas que a ciência cidadã pode ajudar a responder.

Box 1. A ciência segue métodos rigorosos para obter informações e evidências confiáveis. Conheça as etapas do processo científico!

1. Fazemos observações sobre um fenômeno



Por exemplo, podemos observar que as flores de tomate recebem visitas de abelhas e produzem tomates.

2. Então, fazemos uma pergunta



Será que as abelhas colaboram com a produção de tomates?

3. Coletamos dados e analisamos os resultados



Testaremos a hipótese de que a visita das abelhas às flores contribui na produção de tomates.

4. Chegamos a conclusões



As flores que receberam visitas de abelhas produziram mais tomates. Possivelmente, foram polinizadas por estas abelhas.

A investigação não para aqui!
Agora surgem novas perguntas que nos levam a fazer novas observações.

Em projetos **GERAIS**, **não há pergunta prévia**. Nestes, o participante registra observações de tudo o que deseja e pode, por exemplo, todos os **visitantes florais** e flores de sua vizinhança toda vez que sai para dar um passeio. Esses **registros** passam a fazer parte de bancos de dados que podem ser usados pelo participante ou outra pessoa para responder a várias perguntas científicas. Nesse tipo de projeto, as perguntas são respondidas a partir da análise de registros submetidos de maneira contributiva por milhares de pessoas de forma independente ao longo do tempo.

Em projetos **DIRIGIDOS**, **há uma pergunta específica** que precisa ser respondida e que é estabelecida antes de se começar a coleta dos dados, e eles geralmente incluem **protocolos** com instruções sobre como, quando e onde coletar esses dados. O participante que deseja ingressar neste tipo de projeto é informado sobre os requisitos antes de começar a observar e registrar.

Quais perguntas científicas podem ser abordadas em projetos de ciência cidadã voltados para o estudo de visitantes de flores e polinizadores? Aqui estão alguns exemplos (nos próximos capítulos você encontrará exemplos de projetos):

Compreender a polinização e a produção de alimentos

Quais visitantes florais visitam meu jardim?; Em que momento (do dia, do ano) acontecem mais visitas às flores?; A produção de frutos e sementes de uma planta depende da visita de abelhas, moscas ou borboletas?; A visita de polinizadores melhora a quantidade ou qualidade dos frutos?

Conhecer e conservar polinizadores

Quais visitantes florais estão em um lugar específico, como minha cidade, em comparação com lugares como uma reserva natural?; Em que época do ano encontramos mais visitantes florais?; Como a presença de áreas naturais preservadas afeta a população de visitantes florais?; Como as mudanças climáticas afetam os visitantes florais e polinizadores?; Existem ninhos de abelhas ou aves próximos à minha localidade?

COMO PARTICIPAR?

Adicionando seus registros a um projeto de ciência cidadã

Suas observações se tornarão **registros** para aquelas espécies (em geral de sua presença, mas pode ser algum tipo de comportamento ou outro específico) naquele local e época e podem ser utilizadas em vários projetos de pesquisa.

Participar envolve três ações básicas:

1) OBSERVAR

O **tipo de projeto** determinará onde, quando e o que observar.

*Onde observar os **visitantes florais**?*

Embora o local onde você irá realizar as observações dependerá do tipo de projeto para o qual deseja contribuir (ver nos próximos capítulos alguns exemplos de projetos), para observar os visitantes florais, em geral, procuramos uma localidade com flores. Você pode usar uma determinada planta ou local e ver quais visitantes aparecem. Você também pode tentar seguir um visitante ou fazer uma caminhada por um tempo ou distância especificada pelo projeto.

*Quando observar os **visitantes florais**?*

Em um projeto geral, pode-se realizar observações e registros espontaneamente a qualquer hora do dia ou da noite. Se você está interessado ou o projeto requer a observação de um determinado visitante floral, é aconselhável conhecer os hábitos

alimentares, onde constroem os ninhos, em quais meses ou tipo de habitat é possível observá-los, saber os horários do dia em que são mais prováveis de serem encontrados.

O que observar?

Você pode observar as características dos visitantes florais e, se possível, tirar fotos para posteriormente identificá-los. Além disso, é possível registrar fotografando as características da flor que está sendo visitada, as folhas, o caule e uma visão geral da planta para posteriormente identificá-la. Por outro lado, é possível observar e registrar o que o visitante faz, se visita muitas flores ou apenas uma (qual parte da flor?), se pousa ou permanece em voo, se bebe néctar e tudo o que lhe parece interessante para você.

2) REGISTRAR

Independentemente do tipo de projeto, é essencial que a data e o local de sua observação sejam sempre registrados com a maior precisão possível. Pode ser com a ajuda de um GPS (do inglês Global Positioning System, que significa Sistema de Posicionamento Global) que felizmente muitas câmeras, telefones celulares e aplicativos de ciência cidadã já incorporaram, ou registrando o endereço ou bairro e cidade. É importante lembrar de verificar se a detecção da localização do seu celular está habilitada antes de fazer os registros. Você pode, ainda, tentar identificar as espécies ou espécies observadas por meio de consulta a especialistas ou usando guias e aplicativos produzidos para facilitar a identificação das espécies.

3) COMPARTILHAR

Cada projeto tem seus próprios canais de comunicação e requisitos especificando aquilo que será compartilhado (fotos, dados, gráficos, etc). Você pode compartilhar suas observações por meio de aplicativos globais e [plataformas de dados](#) da ciência cidadã, como *iNaturalist*, ou por meio de outros canais especificados por cada projeto.

COMECE SEU PRÓPRIO PROJETO DE CIÊNCIA CIDADÃ

1. Explore projetos de ciência cidadã em seu país ou região (exemplos nos próximos capítulos) para descobrir quais projetos de seu interesse estão desenvolvendo iniciativas de seu interesse.
2. Se o tópico de seu interesse não for desenvolvido, reúna as informações disponíveis para que você possa iniciar seu próprio projeto.
3. Em seguida, pense em perguntas e objetivos sobre o tema de seu interesse, desenvolva um [protocolo](#), e realize o treinamento prévio dos participantes de acordo com os objetivos e tarefas a serem realizadas no protocolo. Caso você

não seja especialista no assunto de seu projeto, busque parcerias com cientistas que possam te ajudar nesta etapa.

4. Encontre redes de suporte que podem ajudá-lo a atingir seus objetivos.
5. Comece a observar e registrar o fenômeno ou organismos que são de seu interesse usando seu protocolo de trabalho.

Esperamos que este capítulo o motive a se envolver na geração de novos conhecimentos sobre polinizadores. Nos próximos capítulos serão apresentadas algumas iniciativas de ciência cidadã sobre polinizadores na América do Sul que podem ser de interesse, para que você possa participar ou usar de inspiração para o seu próprio projeto!

SUGESTÕES DE LEITURA

Albagli, S., & Rocha, L. (2021). Ciência cidadã no Brasil: um estudo exploratório. In M. M. Borges & E. S. Casado (Coords.), *Sob a Lente da Ciência aberta: olhares de Portugal, Espanha e Brasil* (pp. 489-511). Coimbra: Imprensa da Universidade.

Betancur, E., & Barriga, J. E. C. (2016). La ciencia ciudadana como herramienta de aprendizaje significativo en educación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad CAS*, 3(2), 1-15.

Darski-Silva, B., Braz Sousa, L., Fricker, S., Doherty, S., Fischer Rempe, E., Plos, A., Silveira, M., Müller, E. S., De Oliveira Santos, I., Da Silva Ribeiro, G. H., & Walteros Rodríguez, J. (2021). Conectando el hemisferio sur a través de la ciencia ciudadana. *Revista Bioika*, 8, 1-10. Recuperado de <https://revistabioika.org/es/transformando-el-mundo/post?id=120>

Koffler, S., Barbieri, C., Ghilardi-Lopes, N. P., Leocadio, J. N., Albertini, B., Franco, T. M., & Saraiva, A. M. (2021). A buzz for sustainability and conservation: the growing potential of citizen science studies on bees. *Sustainability*, 13(2), 959. <https://dx.doi.org/10.3390/su13020959>.

Viana, B., & Queiroz, C. (2020). Ciência cidadã para além da coleta de dados. *ComCiência. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*. Recuperado de www.comciencia.br/ciencia-cidadã-para-alem-da-coleta-de-dados/

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s03c11.pt>

Os Guardiões dos polinizadores e do serviço de polinização



**Blandina Felipe Viana^{a,b,c}, Caren Queiroz Souza^{b,c}, Fabiana Oliveira da Silva^{c,d},
Betina Blochtein^e, Angelo Loula^{c,f}**

^a Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil (UFBA), blandefv@ufba.br

^b Programa de Pós-Graduação em Ecologia: Teoria, Aplicação e Valores, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, carenq.souza@gmail.com

^c Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estudos Inter e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução - INCT-IN-TREE

^d Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil, fabianaosilva@academico.ufs.br

^e Escola de Ciências da Saúde e da Vida, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil (PUCRS), betinabl@pucrs.br

^f Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Bahia, Brasil, angelocl@uefs.br

SOBRE OS PROJETOS GUARDIÕES

Será que as abelhas estão desaparecendo? Como as espécies estão distribuídas ao longo do território brasileiro? Que novas espécies de **polinizadores** existem no Brasil? Como a interação entre flores e animais que as visitam são afetadas pelas mudanças climáticas? Essas e outras perguntas de alta relevância para ciência ecológica e para orientar ações de conservação dos polinizadores e do **serviço ecossistêmico de polinização** são norteadoras dos projetos de **ciência cidadã** Guardiões da Chapada, Guardiões dos Sertões e Guardiões do Rio Grande do Sul, cujo foco principal são o manejo **sustentado** e a conservação dos polinizadores em ambientes naturais, urbanos e agrícolas.



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

Ao responderem perguntas como essas acima, os projetos Guardiões podem contribuir para encontrar soluções para a conservação da **biodiversidade** (espécies de polinizadores e de plantas visitadas) e do serviço de polinização (interação entre espécies), gerando dados que possam subsidiar políticas públicas e gerar atitudes positivas na sociedade em relação aos polinizadores, não apenas para o Brasil mas para a América Latina. Neste sentido, esses projetos dependem da participação pública voluntária para monitorar as espécies que interagem nos diversos ambientes, naturais ou antrópicos, pois sem dados não podemos responder a perguntas, como aquelas acima, e sem a participação pública não podemos criar e/ou efetivar soluções criativas para a conservação.

Apesar das especificidades de cada projeto, no que diz respeito às áreas de atuação, aos tipos de ambientes monitorados e às ações que desenvolvem, eles têm em comum o fato de estarem baseados em três pilares que coexistem e interagem entre si de forma harmoniosa: 1) produção colaborativa de informações, por meio do monitoramento participativo, que permite gerar novos conhecimentos sobre a **biodiversidade**; 2) tradução e compartilhamento dos conhecimentos relacionados aos projetos ou gerados por esses; 3) despertar da cidadania científica e ambiental, por meio de ações voltadas à capacitação, desenvolvimento de habilidades e engajamento em ações de conservação (Figura 1).

“Guardiões e Guardiãs” são todos(as) os(as) relacionados(as) de alguma forma com a polinização: i. os polinizadores, que ao visitarem as flores transferem o **pólen** das **anteras** para o **estigma**, iniciando a **reprodução sexuada** de plantas com flores, ii. as pessoas, que ao contribuírem com o monitoramento da interação planta-visitante, ajudam a ampliar e disseminar conhecimentos sobre a **biodiversidade**.

PÚBLICO DO PROJETO E ESTRATÉGIAS DE RECRUTAMENTO DOS OBSERVADORES VOLUNTÁRIOS

O público-alvo dos projetos Guardiões são os turistas e as comunidades locais (ex. estudantes do ensino médio, professores, guias de turismo e agricultores) dos territórios. Para envolver o público com os projetos são utilizadas diferentes estratégias e meios de comunicação. Mídias online e redes sociais são normalmente utilizadas para divulgar os projetos, compartilhar informações sobre o tema e recrutar novos observadores voluntários. Já as atividades presenciais (face a face), tais como, oficinas, *bioblitz*, palestras e dias de campo, são usadas para garantir um **engajamento** mais profundo das comunidades locais com os projetos.



FIGURA 1. Os três pilares que coexistem e interagem entre si formando a estrutura dos projetos Guardiões. Da esquerda para a direita: geração de dados e informações, comunicação pública da ciência e estratégias de aprendizagem práticas e presenciais.

Fotos: Acervo do Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas (LABEA-IBUFBA).

SOBRE O MONITORAMENTO DA INTERAÇÃO PLANTA-VISITANTE

A coleta de dados para o monitoramento das interações ocorre de maneira colaborativa por meio de registros fotográficos dos visitantes e das plantas visitadas (Figura 2). Ao observar algum animal visitando as flores de uma determinada planta, o observador tem a oportunidade de contribuir tirando várias fotos do animal durante a interação com a planta e da planta em si, isto é, da flor, dos ramos com folhas, da planta inteira e do fruto. As fotos podem ser tiradas com uma câmera fotográfica, com o celular ou com o tablet. Dados sobre a data, horário e local onde as fotos foram tiradas devem ser preservados, pois estas informações são importantes para conhecermos quando e onde estas interações ocorreram. Geralmente, os dispositivos já guardam essas informações, mas o observador deve lembrar-se de verificar as configurações de seu aparelho como, por exemplo, ligar o GPS do dispositivo.



FIGURA 2. Exemplo de registro da interação entre flor (*Clitoria* sp.) e **visitante floral** (abelha sem ferrão, espécie *Trigona spinipes*). Registros como esse são submetidos à [plataforma de dados](#) e servem para alimentar a base de dados sobre a [biodiversidade](#) e interação entre potenciais [polinizadores](#) e plantas visitadas.

Crédito da foto: Caren Queiroz Souza.

As fotos, junto com seus metadados (data, horário e local), podem ser enviadas diretamente para o sistema *online* E-Guardiões da biodiversidade (<https://bit.ly/eguardioes>), ou por meio de um aplicativo desenvolvido para dispositivos móveis, o qual permite também registrar as interações em tempo real. Estas fotos e as informações serão armazenadas em um banco de dados sobre a distribuição de espécies de plantas e seus visitantes. Especialistas poderão fazer a identificação das espécies de animais e de plantas para complementar a descrição da interação planta-visitante e os voluntários, quando souberem, podem informar o nome popular ou científico também. Com todos esses dados, será possível, por exemplo, mapear novas ocorrências de espécies, avaliar o efeito das mudanças ambientais sobre as espécies, desenvolver diretrizes para manejo e conservação da vida silvestre e, planejar o uso sustentado da terra na região.

As fotos e os registros das observações gerados colaborativamente se tornam dados de [acesso aberto](#) que podem ser consultados por qualquer pessoa via [plataforma de](#)

dados. O sistema E-Guardiões permite que as informações compartilhadas possam ser exploradas e analisadas visualmente na forma de listas, gráficos e tabelas, de acordo com os critérios de busca do usuário. Através da opção de ‘explorar’ os dados dos registros (veja Figuras 3 e 4) é possível fazer buscas pelo tipo de animal ou de planta, por data, localização e ainda pelo responsável pelas fotos. Os resultados das buscas trazem as fotos enviadas, mapas das observações, listas de animais e/ou plantas nas observações, gráficos e tabelas de interações (Figuras 5 e 6).

Como coletar dados?

1. Pare por alguns instantes em frente a uma planta florida e observe os animais que **visitam** as flores.
2. Tire **várias fotos do animal** visitando a flor, quanto mais informação e ângulos diferentes melhor.
3. Depois tire **fotos da planta florida**, ramos, frutos etc. Mais uma vez, quanto mais informação, melhor!



FIGURA 3. Tutorial sobre como fazer os registros da interação flor-visitante floral.

Como submeter os dados?

| | | |
|--|---|--|
| <p>1 Acesse o site http://bit.ly/eguardioes e faça seu cadastro.</p>  | <p>2 Anexe as fotos da interação.</p>  <p>3 Anexe as fotos da planta visitada.</p>  | <p>4 Informe os dados de localização, data e hora!</p>  <p>Pronto! Você pode adicionar os nomes científicos e/ou populares e, também, o tipo de interação que observou.</p> |
|--|---|--|

FIGURA 4. Passo-a-passo para submeter os registros feitos pelos voluntários na plataforma E-Guardiões da biodiversidade.

Como visualizar os dados?

No canto direito da tela, clique em "explorar". Você pode selecionar alguns filtros para acessar os dados. Fotos, mapas, listas, gráficos e tabelas estão disponíveis.

Treinamentos são divulgados nas nossas redes sociais.

FIGURA 5. Além de compartilhar os registros, os participantes também podem visualizar os dados compartilhados por todos. Gráficos, tabelas e mapas estão disponíveis.

BENEFÍCIOS DA PARTICIPAÇÃO

A participação nesses projetos também proporciona oportunidade para que as pessoas se envolvam na conservação ambiental de um modo novo, seja participando da produção de conhecimento científico, adquirindo novos conhecimentos e passando a prestar mais atenção ao seu entorno, seja descobrindo novas formas de atuar em prol da conservação dos polinizadores como, por exemplo, apoiando políticas públicas em prol de práticas amigáveis à **biodiversidade** para produção **sustentável** de alimentos.

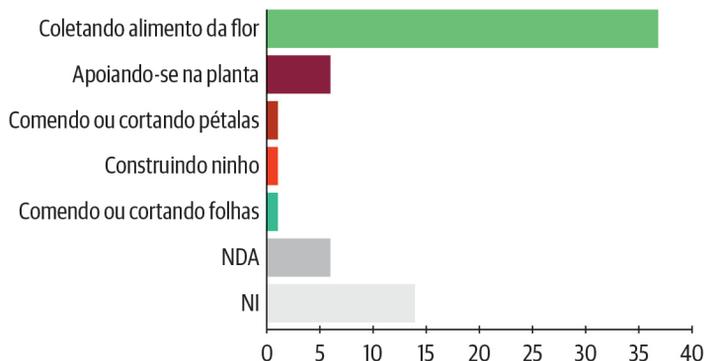


FIGURA 6. Exemplo de gráfico gerado pelo sistema E-Guardiões da biodiversidade mostrando a frequência de tipos de interação registradas na plataforma. Observe que a interação “coletando alimento da flor” é a mais registrada entre os colaboradores. (NDA - nenhuma das anteriores; NI - não informado).

Atualmente, há três projetos Guardiões desenvolvendo atividades de pesquisa, educação e divulgação científica em seus territórios de atuação: o Guardiões da Chapada, na Chapada Diamantina; o Guardiões dos Sertões, no Alto Sertão Sergipano; e o Guardiões do Rio Grande de Sul, que tem atuado nos aparados da Serra. Mas, nosso objetivo é ver iniciativas como essas acontecendo em todo o território nacional, com Guardiões e Guardiãs enviando fotos das interações planta-visitante de qualquer lugar do Brasil (jardins da sua cidade, quintal da sua casa, fazenda, jardim do seu condomínio etc.). Assim, caso tenha interesse, junte-se a nós e #sejaumguardiã #sejaumguardião.

Para ter acesso a livros, artigos científicos, podcasts, matérias em jornais, cartilhas e nos seguir nas redes sociais acesse o <https://linktr.ee/guardioesdachapada> ou entre em contato através do e-mail guardioeschapada@gmail.com.

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s03c12.pt>

Projeto BeeKeep #cidadãoasf - abelhas e ciência cidadã



Sheina Koffler^a

^a Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, sheina.koffler@usp.br, beekeep.science@gmail.com

O PROJETO BEEKEEP

Diante das múltiplas ameaças enfrentadas pelos **polinizadores** atualmente, como perda de habitats naturais, uso de pesticidas e transmissão de doenças, torna-se essencial realizar projetos de **monitoramento** das populações. Monitoramentos fornecem informações sobre mudanças nas populações, indicando se há algum risco de declínio ou desaparecimento, além de fornecer evidências científicas para planos de conservação da **biodiversidade**. Os projetos de monitoramento requerem um grande esforço para realizar um acompanhamento ao longo do tempo e em diferentes locais, o que é difícil de ser atingido através da ciência tradicional, de forma que a **ciência cidadã** pode ser uma importante aliada.

A plataforma de ciência cidadã BeeKeep tem como objetivo conhecer e monitorar as abelhas **nativas** e **exóticas** no Brasil em parceria com a sociedade, por meio de diferentes projetos de ciência cidadã. Aqui será descrito o **projeto #cidadãoasf - Monitoramento de atividade de voo em abelhas sem ferrão**, um **protocolo** de ciência cidadã que compõe a plataforma BeeKeep. As abelhas sem ferrão (Capítulo 4)



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

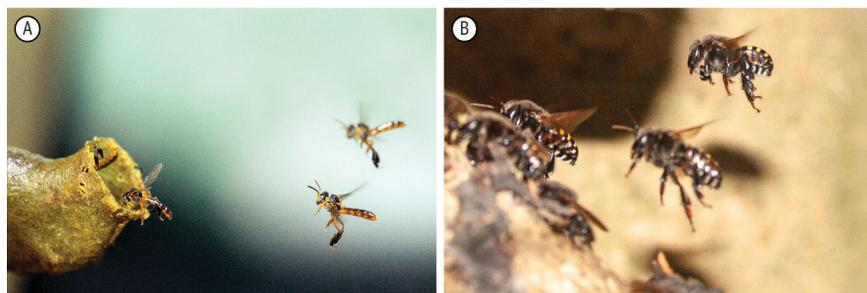


FIGURA 1. Abelhas sem ferrão constituem um diverso grupo de abelhas sociais. O projeto #cidadãoasf foca no monitoramento de atividade de voo em duas espécies: (A) jataí (*Tetragonisca angustula*) e (B) mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*).

Crédito das fotos: Andre Matos.

são um grupo diverso com mais de 200 espécies no Brasil, produtoras de mel e importantes polinizadoras (Figura 1). Para saber como essas abelhas respondem às mudanças no ambiente provocadas pelo ser humano, neste [protocolo](#), investigamos a atividade de voo nos ninhos para compreender como as abelhas procuram recursos alimentares no ambiente. Saber quanto as abelhas estão voando e trazendo alimento para o ninho indica quão propício um local é para as abelhas e se há condições ideais para seu desenvolvimento.

Assim, o protocolo tem como objetivo responder à pergunta científica: Como as características do ambiente influenciam a atividade de voo das abelhas sem ferrão? Com isso, pretendemos avaliar os seguintes fatores que podem afetar a atividade de voo: 1) a paisagem do entorno (ver definição de paisagem no capítulo sobre Paisagismo Funcional), 2) condições do tempo (temperatura e pluviosidade) e 3) época do ano.

COMO PARTICIPAR

Para se tornar um cientista cidadão do projeto #cidadãoasf (Figura 2), basta seguir os passos descritos a seguir.

1. Cadastre-se na [plataforma de dados](https://beekeep.pcs.usp.br/) <https://beekeep.pcs.usp.br/>: você pode se identificar com seu nome ou usar um apelido. Seus dados pessoais são protegidos (consulte os termos de uso e privacidade).
2. Acesse os materiais educacionais: antes de começar o monitoramento, é importante assistir aos vídeos sobre o projeto (disponíveis em <https://www.youtube.com/>)



FIGURA 2 (A/B). Cientistas cidadãos realizando monitoramento de atividade de voo de um ninho de abelha sem ferrão localizado em uma árvore.

Crédito das fotos: Carla Debelak.

watch?v=3WZCh8sn1cs&list=PL_gFM3tGc1avmrAzV5-HMxML4NZtIVHOG) para aprender mais sobre atividade de voo das abelhas sem ferrão e entender detalhadamente como executar o protocolo. Além de aprender sobre o tema, você irá coletar dados com maior qualidade. Caso fique com dúvidas, acesse a seção de perguntas frequentes em nosso website (https://beekeep.pcs.usp.br/site/perguntas_frequentes.html).

- Escolha um ninho de abelha sem ferrão: neste projeto, estamos dando prioridade para as espécies jataí (*Tetragonisca angustula*) e mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) (Figura 1), mas você pode monitorar a espécie que desejar. Sugerimos que faça pelo menos um monitoramento por mês, por um ano.
- Comece seu monitoramento: na plataforma de ciência cidadã, você irá registrar os dados do ninho e da espécie, localização (coordenadas de GPS), data, horário e tempo (temperatura e condição do céu). Em seguida, você deve fazer um vídeo de 30 s, registrando a atividade de voo das abelhas (Figura 3). Após enviar o vídeo, faça as contagens das abelhas em atividade. Você deve contar o número de abelhas saindo, abelhas entrando, e abelhas entrando carregando pólen.
- Acesse seus dados e faça o controle dos seus monitoramentos: veja a tabela com seus registros na própria plataforma (é possível fazer o *download* dos dados que coletou).
- Visualize todos os **registros** do projeto: utilize a ferramenta de visualização de dados (<http://beekeep.pcs.usp.br:3838/app/dashboard>) para inspecionar gráficos



FIGURA 3. Filmagem de atividade de voo de um ninho de abelha sem ferrão mantido em uma caixa para manejo. Boas práticas de filmagem garantem um vídeo de alta qualidade. Recomenda-se filmar utilizando um suporte para ajustar o foco e evitar tremores durante a gravação, além de utilizar um fundo claro e liso, permitindo uma melhor visualização das abelhas.

Crédito da foto: Carlos Eduardo Bonifacio de Freitas Junior.

interativos com todos os dados submetidos pelos cientistas cidadãos. Com isso, já é possível começar a analisar os resultados e tentar responder nossa pergunta científica!

7. Siga o projeto nas redes sociais para receber novas informações: **@beekeep.life**.

Caso você não tenha como acessar um ninho para monitorar, não se preocupe! É possível participar validando os dados de outros cientistas cidadãos na própria plataforma, assistindo aos vídeos e fazendo novas contagens. Essas múltiplas contagens permitem uma melhor avaliação de cada vídeo e resultam em dados de alta qualidade para o projeto.

O #cidadãoasf é realizado por uma equipe multidisciplinar e conta com mais de 350 cientistas cidadãos cadastrados. Participe e nos conte o que achou do projeto!

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos membros da equipe do projeto BeeKeep, aos cientistas cidadãos participantes do projeto #cidadãoasf e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento (2019/26760-8).

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s03c13.pt>

Listas Ecológicas de Espécies de Borboletas (LEEB) – Curitiba e Paraná



Adolf Carl Krüger^a, Anderson Warkentin^a, Cauã Galeazzi de Menezes^a, Eloi Evaldo Prodoxsimo^a, Jhonatan F. Santos^a, Maristela Zamoner^{a,b,c}, Roberto Cyrino^a, Sérgio Marlon Messias^a, Tiago A. S. Barbosa^a

^a Cientistas cidadãos: adolf.biologia@gmail.com, anderson.warkentin@gmail.com, cauau@gmail.com, eloievaldo@hotmail.com, jhonatanfaria2955@gmail.com, maristela.zamoner@gmail.com, cinocwb@gmail.com, sergiomarlonmessias@gmail.com, tiagoaparecido@live.com.

^b Instituto de Ciência e Tecnologia em Biodiversidade - ICTBIO, Paraná, Brasil, ictbio@ictbio.org

^c Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil, jardimbotanico@curitiba.pr.gov.br

INTRODUÇÃO

A observação de borboletas é um movimento de **ciência cidadã** que cresce no Brasil (Figuras 1 e 2), demandando acesso ao conhecimento sobre esta fauna e estratégias participativas. Visando contribuir neste sentido, o projeto consiste na produção continuada e publicação de **acesso aberto** das listas ecológicas de espécies de borboletas registradas por fotografias na Grande Curitiba e no Paraná. Estas listas são elencos de informações úteis de cada espécie, como o potencial **polinizador**, raridade, *status* de conservação, informações reprodutivas, plantas hospedeiras, quantitativos de observadores que já registraram a espécie, primeiro registrador



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

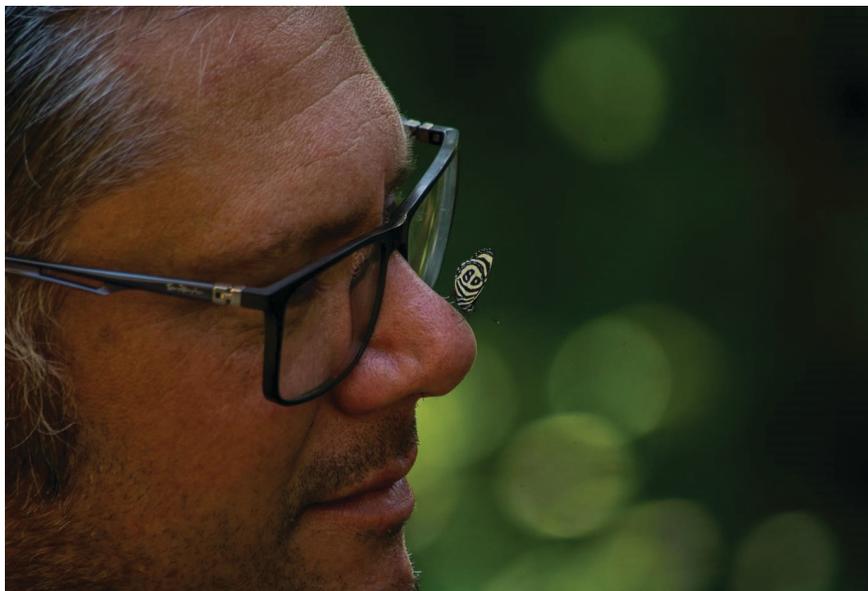


FIGURA 1. Registro e identificação da espécie da borboleta pelo cientista cidadão Cauã Galeazzi de Menezes: Anderson Warkentin observando uma *Catagramma pyracmon* sobre o nariz.

e totais de observações por ano. A base de dados para elaboração das listas é o conjunto de [registros](#) disponibilizados em [plataforma de dados](#) de ciência cidadã e [biodiversidade](#) (ex. *iNaturalist*), que inclui atividades dos cientistas cidadãos e estudos profissionais em duas Unidades de Conservação do município de Curitiba, o Bosque do Capão da Imbuia e o Jardim Botânico. A atualização das listas é constante, permitindo avaliar ao longo do tempo o desenvolvimento tanto da atividade de ciência cidadã quanto parâmetros bioindicadores e ecológicos das espécies de borboletas, importantes prestadoras do [serviço ecossistêmico](#) da [polinização](#).

OBJETIVOS

O objetivo principal é proceder à organização continuada e publicação dos resultados das atividades dos cientistas que fotografam borboletas em Curitiba e no Paraná, disponibilizando publicamente estes registros em plataforma de ciência cidadã e biodiversidade. Esta transparência tem o foco em contribuir com tomadas de

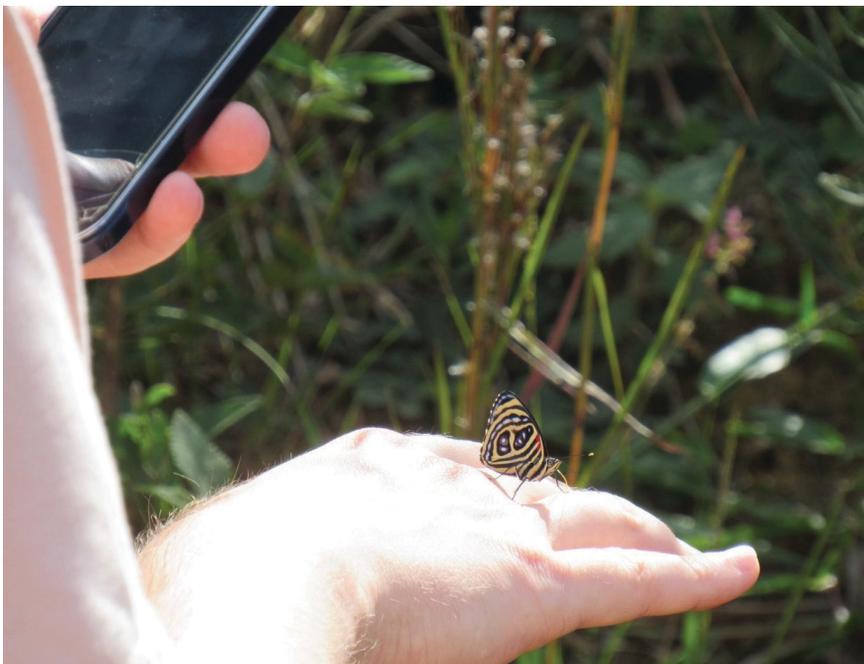


FIGURA 2. Registro de Adolf Carl Krüger, um observador de borboletas fotografando a espécie de borboleta *Catagramma pygas eucale* sobre sua mão.

decisão consistentes no âmbito da gestão do patrimônio natural. Também se objetiva ampliar a participação da população na prática da observação de borboletas sob a perspectiva da ciência cidadã.

PARTICIPAÇÃO

A participação no projeto é aberta a qualquer interessado em borboletas e em ciência cidadã. A integração ao projeto pode ocorrer de duas formas principais. Uma delas é pela inclusão, em plataformas de ciência cidadã e biodiversidade (ex. iNaturalist), de fotografias de borboletas obtidas na Grande Curitiba e no Paraná. Outra forma é participando das discussões sobre seus conteúdos. Até o final de 2021 o projeto já envolveu 791 pessoas que registraram borboletas e 683 pessoas, de diferentes partes do mundo, que se envolveram nas discussões sobre os conteúdos destes registros.

DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do projeto foi definido o corpo de **curadoria**, composto por cientistas cidadãos observadores de borboletas, experientes na realização de registros e na proposição de reconhecimentos taxonômicos (ver **determinação taxonômica**) por fotografias em vida, atuantes há anos, tendo contribuído com registros importantes para a biodiversidade. As etapas de desenvolvimento do projeto são: 1. Realização de registros fotográficos nos ambientes naturais; 2. Postagem das fotografias em plataforma de biodiversidade e ciência cidadã – registros de **acesso aberto**; 3. Curadoria; 3.1. Checagem e aprimoramento de informações; 3.2. Produção das Listas Ecológicas de Espécies de Borboletas; 3.3. Disponibilização e manutenção das listas ao acesso aberto (Figura 3).



Etapas de desenvolvimento continuado do projeto de ciência cidadã Listas Ecológicas de Espécies de Borboletas (LEEB) – Curitiba e Paraná

1. Realização de registros fotográficos pelos cientistas cidadãos nos ambientes naturais



2. Postagens das fotografias e seus metadados em plataforma de biodiversidade e ciência cidadã iNaturalist – registros de acesso aberto



3. Curadoria

- 3.1. Checagem de informações

- 3.2. Produção das Listas Ecológicas de Espécies de Borboletas

- 3.3. Disponibilização e manutenção das listas ao acesso aberto

FIGURA 3. Esquema de demonstração das etapas continuadas de desenvolvimento do projeto de ciência cidadã Listas Ecológicas de Espécies de Borboletas (LEEB) - Curitiba e Paraná.

RESULTADOS

As listas ecológicas, suas tabelas e gráficos, estão ao acesso aberto pelo blog do projeto (leeb-mab-ictbio.blogspot.com), por enquanto, única forma de divulgação dos resultados. Abrangem até o momento mais de 24 mil registros, todos em acesso aberto, feitos por quase 800 observadores, desde 1981, incluindo 232 registros de espécies raras (Figura 4A), 3 deles de espécies ameaçadas (Figura 4B) e 2 de espécies não descritas (Figuras 4C e 4D). Alguns outros exemplos de registros podem ser vistos na Figura 5. O projeto permite avaliar também o aumento do número de cientistas cidadãos atuantes nesta área ao longo dos anos. Os registros que subsidiam o projeto estão acessíveis para consulta de qualquer interessado, em plataformas

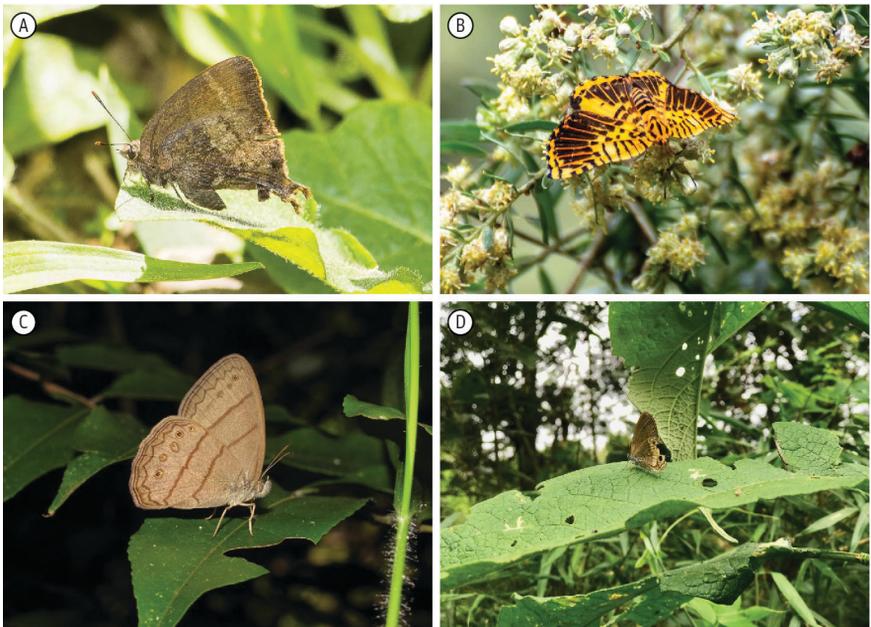


FIGURA 4. (A) Espécie rara *Theritas curitabaensis* registrada no município de Palmas, Paraná, por Cauã Galeazzi de Menezes e Anderson Warkentin, identificada por Aaron Soh pelo *iNaturalist*. (B) Espécie ameaçada, *Symphachia arion*, fotografada e identificada por Roberto Cyrino em 2021, no município de Curitiba, Paraná, (C) Espécie não descrita pertencente ao Complexo "*Paryphthimoides*" *sylvina*, fotografada por Tiago A. S. Barbosa em 2021 no município de Tapejara, Paraná, reconhecida por Thamara Zacca, (D) Espécie não descrita pertencente ao gênero *Splendeptychia*, fotografada por Maristela Zamoner em 2019 no município de Campina Grande do Sul, Paraná, reconhecida por Keith Willmott via *iNaturalist*.

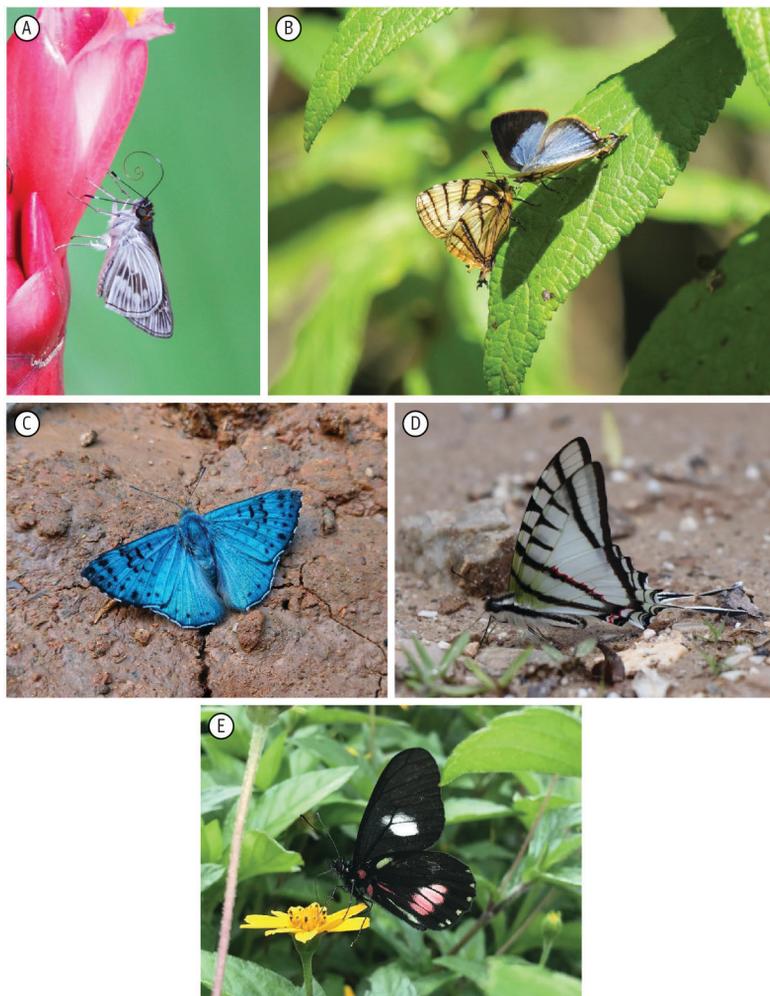


FIGURA 5. (A) Borboleta da espécie *Vettius artona*, identificada por Eloi Evaldo Prodossimo, confirmada por Anderson Warkentin, registrada por Sérgio Marlon Messias em 2021 no município de Curitiba, Paraná, (B) Borboletas da espécie *Arawacus meliboeus*, registradas por Adolf Carl Krüger em 2020 no município de Curitiba, Paraná, (C) Borboleta da espécie *Lasaia agesilas agesilas*, registrada por Jhonatan F. Santos em 2020 no município de Rio Branco do Sul, Paraná, (D) Borboleta da espécie *Protesilaus molops megalurus* registrada por Eloi Evaldo Prodossimo em 2020 no município de Bocaiúva do Sul, Paraná, proposta de identificação por Maristela Zamoner, (E) Borboleta da espécie *Archonias brassolis tereas*, registrada e identificada por Maristela Zamoner em 2021 no município de Curitiba, Paraná.

de ciência cidadã e biodiversidade, especialmente no *iNaturalist* (Academia de Ciências da Califórnia/National Geographic Society).

MATERIAL EDUCATIVO

No blog do projeto é disponibilizado gratuitamente o livro eletrônico “Observação de Borboletas”, com diversas orientações educativas para a prática desta atividade de ciência cidadã, independente da participação ou não no projeto LEEB.

INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O PROJETO

Este projeto é coordenado pela curadoria da Coleção Ecológica de Entomologia do Museu Aberto de Biodiversidade – MAB/ICTBIO, está registrado no Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBR) e é membro participante da Rede Brasileira de Ciência Cidadã (RBCC). O projeto integra também atividades profissionais desenvolvidas no âmbito da Prefeitura Municipal de Curitiba pelo Museu Botânico Municipal do Jardim Botânico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a toda equipe do Museu Botânico do Jardim Botânico de Curitiba, que respalda de maneira importante as identificações de plantas hospedeiras: Eraldo Barboza, José Tadeu Weidlich Motta, Marcelo Leandro Brotto, Rodrigo Trompczynski Dall’Agnol e Sacha Lubow. A Keith Willmott e Thamara Zacca pelos reconhecimentos das espécies não descritas, respectivamente pertencentes aos gêneros *Splendeuptychia* e *Paryphthimoides*. Pelas identificações dos primeiros registros de *Ignata norax* e *Magnastigma irsuta* - Gustavo de Mattos Accacio, *Taydebis clarissa* - Keith Willmott, *Zischkaia warreni* - Diego Rodrigo Dolibaina e *Arzecla straelena* - Zsolt Bálint. Ao cientista cidadão Aaron Soh (Singapura), pelas identificações de espécies da família Lycaenidae que ultrapassam o total de duas dezenas.

SUGESTÃO DE LEITURA

Schwartz-Filho, D. L., & Zamoner, M. (2018). *Lepidopterologia: novas perspectivas em pesquisa e conservação*. Curitiba, PR: Comfauna Livros. Recuperado de <http://comfauna-livros.blogspot.com/p/lepidopterologia-novas-perspectivas-em.html>

Zamoner, M. (2019a). *Borboletas do Capão da Imbuia*. Curitiba, PR: Comfauna Livros. Recuperado de <http://comfauna-livros.blogspot.com/p/borboletas-do-capao-da-imbuia.html>

Zamoner, M. (2019b). *Observação de Borboletas*. Curitiba, PR: Comfauna Livros. Recuperado de <http://comfauna-livros.blogspot.com/p/observacao-de-borboletas.html>

Zamoner, M. (2021a). *Ciência Cidadã e Biodiversidade*. Curitiba, PR: Comfauna Livros. Recuperado de <https://comfauna-livros.blogspot.com/p/ciencia-cidada-e-biodiversidade.html>

Zamoner, M. (2021b). *Jardim Botânico de Curitiba: Borboletas*. Curitiba, PR: Comfauna Livros. Recuperado de <http://comfauna-livros.blogspot.com/p/jardim-botanico-de-curitiba-borboletas.html>

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s03c14.pt>

Monitoramento da visitação de flores com Contagem Cronometrada de Visitantes Florais (FIT Count)



**Claire Carvell¹, Jim Chiazese¹, Eduardo E. Zattara², Francisco E. Fontúrbel³,
Giselle Muschett Rivera⁴, Natalia Pirani Ghilardi-Lopes⁵, Filipi Miranda Soares⁶**

¹ UK Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, Oxon, UK, OX10 8BB, ccar@ceh.ac.uk, JimChi@ceh.ac.uk

² Grupo de Ecología de la Polinización, EcoPol. Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA) Universidad Nacional del Comahue - CONICET, Bariloche, Argentina, ezattara@comahue-conicet.gov.ar

³ Pontificia Universidade Católica de Valparaíso, Chile, francisco.fonturbel@pucv.cl

⁴ Instituto de Ecología e Biodiversidade (IEB), Chile, giselle.muschett@pucv.cl

⁵ Universidade Federal do ABC, Santo André, Brasil, natalia.lopes@ufabc.edu.br

⁶ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, filipisoares@usp.br

A Contagem Cronometrada de Visitantes Florais (daqui em diante denominaremos de FIT Count) é um [protocolo](#) de [ciência cidadã](#) simples que tem como objetivo coletar dados sobre visitação de flores por toda a gama de grupos de [polinizadores](#), incluindo mamangavas, abelhas sem ferrão, abelhas melíferas, moscas e beija-flores. Cada FIT Count é padronizado para durar 10 minutos e ser realizado em uma



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

mancha de flores-alvo, medindo 50 x 50 cm. Uma vez que a **polinização** depende das interações dos insetos (ou outros visitantes florais) com as flores, é importante para um programa de ciência cidadã de longo prazo considerar como essas interações podem mudar ao longo do tempo e do espaço. O protocolo FIT Count permite-nos enfrentar este desafio à medida que dados sobre a abundância de **visitantes florais** são coletados em uma variedade de habitats e lugares. Oferece também uma grande oportunidade de aprendizado e aproximação das pessoas com os polinizadores e flores, já que qualquer um pode participar!

ORIGEM E PLATAFORMA

O protocolo FIT Count foi originalmente projetado pelo UK Pollinator Monitoring Scheme (<https://ukpoms.org.uk/>) e tem sido executado no Reino Unido desde 2017, onde um total de mais de 8.500 contagens foram realizadas. O aplicativo FIT Count foi lançado em 2021 e estará disponível no Brasil, Chile e Argentina, bem como em outros países da Europa, em 2022.

Após a instalação do aplicativo, o usuário pode optar por usar o aplicativo para qualquer um dos países participantes, seja em inglês ou na língua nativa principal daquele país. Há um site que dá suporte ao aplicativo e provê uma página para cada país participante (<https://fitcount.ceh.ac.uk/>). Baixe o aplicativo pelo Google Play (<https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.ac.ceh.fit>) ou pela App Store (<https://apps.apple.com/app/id1540771889>).

TREINAMENTO E PROTOCOLO

Você não precisa reconhecer ou saber o nome de espécies individuais para realizar o FIT Count. Todos os visitantes florais são registrados em nível de grupo e o aplicativo inclui um guia de identificação para reconhecer os diferentes grupos (veja as Figuras 1 e 2).

Um FIT Count é realizado em 10 passos:

1. FIT Counts levam aproximadamente de 10 a 15 minutos, mas recomenda-se baixar o aplicativo e criar uma conta antes de começar. Não é necessário ter conexão com a internet durante a contagem; usuários podem utilizar o GPS de seus respectivos dispositivos móveis para registrar a localização automaticamente, ou podem inseri-la em uma etapa posterior, se o GPS não estiver disponível durante a realização do levantamento.



FIGURA 1. Captura de telas do aplicativo FIT Count, mostrando a tela inicial (à esquerda), o guia rápido de treinamento para preenchimento dos campos do formulário de coleta de dados (no centro) e o guia informativo sobre os grandes grupos (à direita).

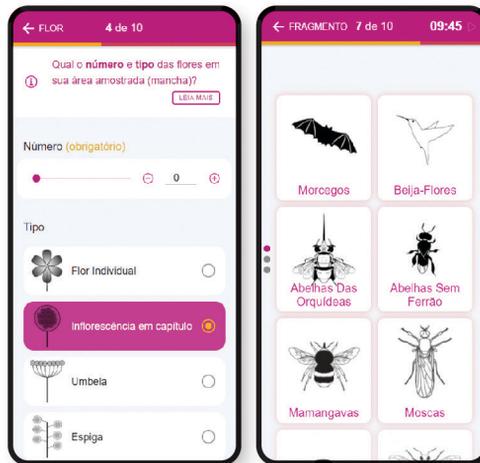


FIGURA 2. Telas do aplicativo FIT Count, evidenciando as etapas de realização do protocolo. À esquerda, tela mostrando a etapa de definição do tipo de flor-alvo e de contagem de flores na mancha de 50 x 50 cm. À direita, tela com os grupos de visitantes florais que devem ser selecionados quando observados em interação com as flores. O cronômetro está aparecendo no canto superior direito da tela.

- Um FIT Count pode ser realizado em dias de tempo bom em qualquer época do ano.
- Considera-se como “tempo bom” o tempo firme, com temperatura mínima de pelo menos 13°C com céu aberto (ensolarado), ou pelo menos 15°C quando estiver nublado.
- Escolha apenas um tipo de flor como sua flor-alvo e faça upload de uma foto. Sempre que possível, use uma das flores-alvo listadas no app FIT Count, mas se você não puder encontrar uma das flores da lista, você pode escolher uma flor diferente como o alvo.
- Delimite, com o uso de um quadrado de plástico ou outro material, uma mancha de 50 × 50 cm contendo suas flores-alvo.
- Conte o número de flores individuais da sua espécie alvo dentro da sua mancha.
- Uma vez que você tenha acionado “Inicie a contagem”, conte todos os insetos e outros visitantes que pousam nas flores-alvo (ignore outras flores, e tente contar cada inseto individual apenas uma vez). O aplicativo tem um temporizador embutido e vai apitar quando 10 minutos se passarem.
- Identifique polinizadores em seus grupos amplos, como por exemplo mamangavas, moscas etc. Qualquer visitante floral que você não consiga identificar deve ser contado como “outros insetos”, ou “Não sei”, se você não tiver certeza de que se trata de um inseto.
- Preencha alguns detalhes meteorológicos simples sobre a quantidade de sol e vento.
- Faça o upload dos seus resultados através do aplicativo — você pode fazer isso em casa, caso não tenha conexão com a internet durante o levantamento.

O aplicativo está disponível atualmente em inglês, português (Brasil) e espanhol (por exemplo, para o Chile e Argentina).

VISUALIZANDO OS SEUS DADOS

Seus dados FIT Count podem ser visualizados através da sua conta no website <https://fitcount.ceh.ac.uk/> e serão verificados pela equipe do FIT Count antes de serem adicionados ao banco de dados nacional. As contagens do Reino Unido foram resumidas em visualizações para cada flor-alvo, como mostrado na Figura 3.

Também é possível a visualização dos dados em mapas (<https://ukpoms.org.uk/fit-counts-map>).

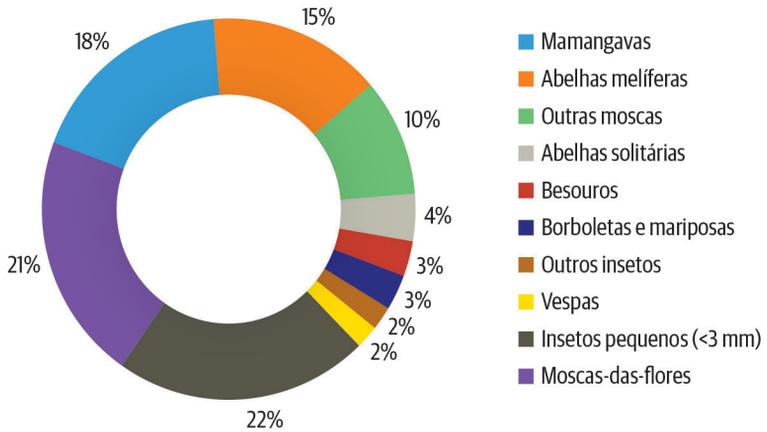


FIGURA 3. Um exemplo dos gráficos interativos em tempo real usados no UKPoMS para mostrar comunidades de insetos visitando uma flor-alvo. No exemplo, são insetos contados em amoras silvestres (*Rubus* spp.), mostrando a proporção de cada grupo. Um total de 4.723 insetos foram contados durante 323 levantamentos FIT Count, uma média de 15 insetos por contagem de 10 minutos.

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s03c15.pt>

Conhecendo as moscas das flores do Chile: um projeto com e para as pessoas



Rodrigo M. Barahona-Segovia^{a,b}, Paz Gatica-Barrios^b, Matías Barceló^{b,c,d}

^a Departamento de Ciencias Biológicas y Biodiversidad, Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile, rbarahona13@gmail.com

^b Moscas Florícolas de Chile citizen science program, Valdivia, Chile, paz.gatica@ug.uchile.cl

^c Instituto Milenio en Socio-Ecología Costera (SECOS), Santiago, Chile, barcelo.matias@gmail.com

^d Center of Applied Ecology and Sustainability, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

COMO FUNCIONA O PROJETO?

Moscas Florícolas de Chile é um projeto de **ciência cidadã** com 7 anos de idade e mais de 6.600 voluntários, dedicado exclusivamente à **biodiversidade** dos dípteros do Chile. Temos como objetivo principal atualizar e divulgar o conhecimento da ecologia e da história natural das espécies de moscas presentes no Chile. O projeto funciona através das redes sociais, onde através da ferramenta de grupo do Facebook (<https://www.facebook.com/groups/774986852548819>), os dados são coletados dos registros recebidos (Figura 1). O **protocolo** básico que cada voluntário pode realizar deve conter as seguintes informações: (1) uma fotografia original da espécie a ser identificada; (2) a localização do registro, sendo o mais exato possível (idealmente coordenadas geográficas) e (3) a data da foto. As pessoas podem tirar fotos de qualquer espécie de **Diptera** chileno, a qualquer distância da mosca, em qualquer tipo de ecossistema ou habitat, por exemplo,



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

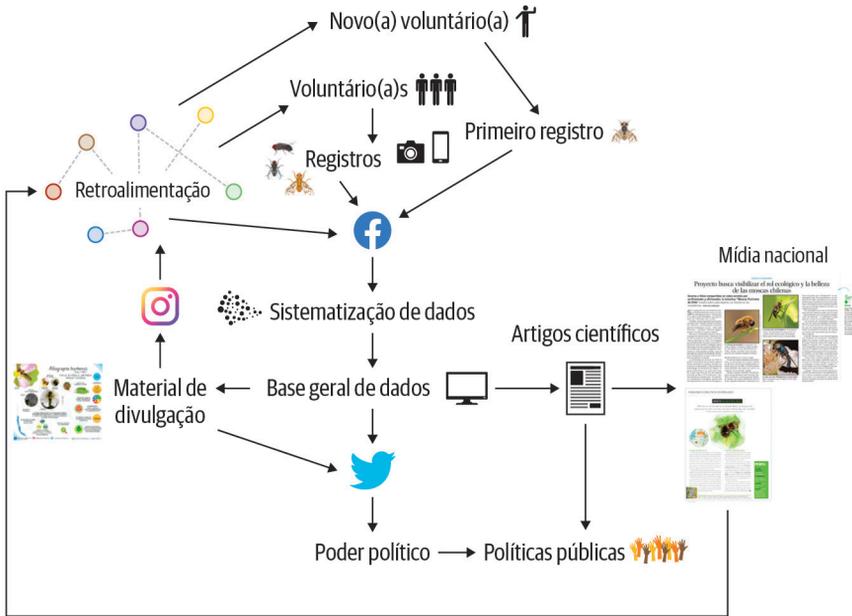


FIGURA 1. Esquema geral de participação e canais de informação do projeto Moscas Florícolas de Chile. Infográficos à direita da “Revista Domingo” e da seção “Vida, Ciência e Tecnologia”, ambas do jornal El Mercurio, realizadas por Sebastián Montalva e Constanza Menares, respectivamente. Infográfico esquerdo sobre uma espécie de mosca da família Syrphidae, produzido por Pablo Núñez, voluntário do projeto.

áreas naturais ou jardins em áreas urbanas (Figura 2A-B). Também é possível fotografar as moscas visitando a flor ou realizar o **registro** em qualquer estrutura do habitat (por exemplo, folhas, solo), com qualquer equipamento fotográfico ou de vídeo e, em seguida, deve-se enviá-lo para o grupo (Figura 2C-D). A chance de correta identificação das espécies relacionadas aumenta: (a) com fotos ou vídeos de boa qualidade; (b) com várias fotos ou ângulos que permitem registrar as características diagnósticas de cada espécie e (c) com famílias de moscas chamativas e com informações publicadas anteriormente (Figura 2E-F). Cada registro é sistematizado em uma ficha de informações, na qual são agregados outros dados do protocolo, como a região de origem, o voluntário e um link único para cada registro validado. A partir desta base de dados geral, são alimentadas diferentes rotas de informação que possuem diferentes objetivos específicos (Figura 1).

Uma rota dos dados obtidos é a geração de novos conhecimentos sobre os dípteros chilenos, que se materializam em artigos científicos em periódicos sobre o tema

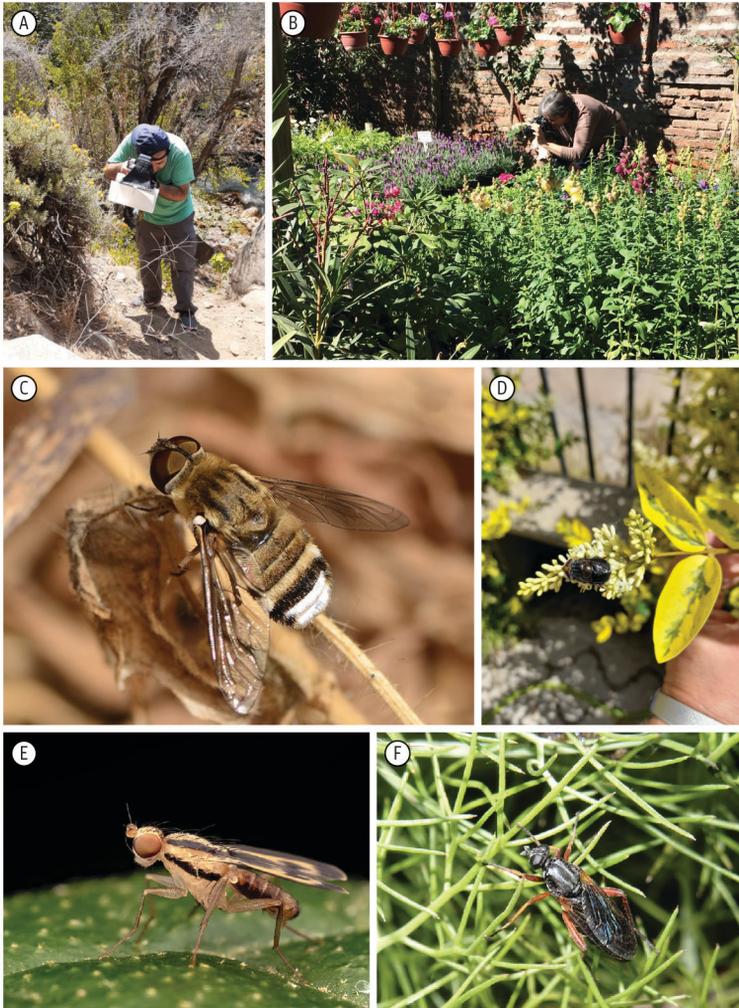


FIGURA 2. (A) Voluntário fotografando no ecossistema natural, (B) Voluntário fotografando em jardins, (C) Foto da câmera do *Chrysanthrax multicolor* em um galho seco, (D) Foto com célula de *Copestylum scutellatum* em *Ligustrum* sp., (E) *Apiochaeta vitticollis* em hábito lateral e (F) Um *Megascelus nigricornis* colorido em hábito dorsal.

Créditos das fotos: (A) de Rodrigo Campillay Jérez, (B) de Gabriela Germain, (C) de Matías Cortés, (D) de Solanly Sturla, (E) de Diego Gutiérrez e (F) de Ani Mari.

(Figura 1). Por outro lado, nossas redes sociais como Instagram (<https://www.instagram.com/moscasfloricolas/>) e Twitter (<https://twitter.com/MoscasFloricola>; Figura 1) ajudam a ampliar as descobertas do projeto. A partir dos artigos científicos são gerados produtos de divulgação científica para a imprensa nacional e material educacional é gerado para promover o valor das moscas chilenas nos ecossistemas e no bem-estar humano (Figura 1). O Instagram também funciona como uma rede para falar sobre a história natural das moscas chilenas, com a seleção de fotos dos voluntários para divulgação. O objetivo da divulgação é atrair novas pessoas interessadas em conhecer os dípteros chilenos. Por outro lado, o Twitter tem mais conteúdo político onde é possível a conexão com acadêmicos de outros países, com o poder legislativo, sociedades científicas e serviços públicos como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), com o qual colaboramos para a classificação de espécies (<https://classificationspecies.mma.gob.cl/>) ou o projeto GEF Montaña (<https://gefmontana.mma.gob.cl/categoria/estudios/page/5/>), influenciando diretamente na tomada de decisão sobre conservação das espécies ou com material educativo (Figura 1).

O protocolo e suas rotas nos permitem interagir e dar feedback de forma direta e efetiva às pessoas, valorizando o poder das redes sociais para promover educação e contribuir para o conhecimento científico. As informações de cada registro estão disponíveis gratuitamente em nossas redes sociais para verificação. Os registros publicados a partir da nossa base de dados são disponibilizados em [plataformas de dados de acesso aberto](#) como o Figshare ou GBIF e os artigos científicos estão à disposição das pessoas que os solicitem. Por fim, por meio deste projeto pudemos medir o aprendizado dos voluntários por meio de pesquisas realizadas tanto com participantes do projeto como com pessoas externas. Embora existam diferenças notáveis entre grupos de pessoas na identificação de moscas e abelhas, ou suas ameaças, bem como no conhecimento de seu papel no ecossistema, a maioria das pessoas que participam do grupo notaram uma mudança em sua percepção das moscas desde que ingressaram no projeto. Portanto, é possível mostrar que existe um processo de aprendizagem que vem sendo realizado de forma comunitária dentro do grupo de ciência cidadã.

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s03c16.pt>

Abelha Procurada - Procura-se viva a abelha invasora: *Bombus terrestris*



André Luis Acosta¹, Vera Lúcia Imperatriz Fonseca², Antônio Mauro Saraiva³

¹ Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, andreluisacosta@gmail.com

² Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, vlifonse@ib.usp.br

³ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, saraiva@usp.br

A abelha europeia *Bombus terrestris* é um excelente **polinizador**. Seu serviço de **polinização**, além de aprimorar a reprodução de **espermatófitas selvagens**, também favorece a produtividade em culturas agrícolas, especialmente as de abacate, abóbora, berinjela, melancia, melão, morango, pimentão e tomate. Sua presença nestas culturas aumenta a quantidade e a qualidade dos produtos agrícolas, aspectos que favorecem a lucratividade do produtor. Por esse motivo, suas colônias têm sido produzidas em escala industrial e comercializadas para vários locais do mundo, inclusive para fora de sua área original de distribuição, levando a casos de invasão em ambientes não naturais à espécie, como em vastas áreas da Nova Zelândia, Japão, Coréia, Chile e Argentina, gerando diversos impactos ecológicos (ver Capítulo 3).

Apesar das abelhas serem indispensáveis à natureza, quando são **invasoras** podem causar sérios problemas ecológicos, pois concorrem com outras abelhas por alimentos e locais para construir suas colônias, e essa competição pode levar até a casos de



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

extinção de espécies **nativas** em determinados locais. Além disso, também podem trazer consigo doenças e parasitas, que prejudicam tanto as plantas que visitam, quanto as abelhas nativas com as quais interagem. Espécies invasoras têm sido consideradas um dos principais impactos à **biodiversidade** do planeta, junto com a perda de habitat, **sobreexploração** de organismos, poluição e mudanças climáticas.

A expansão geográfica de *Bombus terrestris* está em pleno avanço pela América do Sul, após sua **introdução** no Chile, com a finalidade de ser usada na polinização agrícola. Pesquisas demonstraram a existência de caminhos ambientalmente favoráveis que permitiriam a espécie se expandir a partir locais já invadidos na Argentina até locais ainda sem registros de invasão, como no Brasil e no Uruguai (Figura 1). Esta questão tem sido acompanhada atentamente por pesquisadores argentinos, brasileiros e chilenos, e grande esforço tem sido feito para detectar a expansão da distribuição da espécie, bem como para avaliar suas repercussões ecológicas.

Considerando esse risco de invasão, desenvolvemos o projeto de pesquisa “Abelha Procurada” com dois objetivos: o principal é detectar o momento preciso de entrada da espécie no Brasil; e o segundo, avaliar efeitos ecológicos de sua presença nas culturas e nos ambientes naturais, especialmente, identificar e descrever potenciais impactos às espécies de abelhas nativas.

Este projeto foi iniciado em 2015, e sua realização teve um prazo definido de 5 anos; encerrando, portanto, em 2020. Mas neste ano de 2022, estamos revitalizando o projeto, e agora desejando que seja permanente, para assegurar a detecção da entrada da espécie mesmo que ainda leve anos para acontecer, mas também para certificar que a espécie ainda não invadiu o país.

Nos países onde a espécie já invadiu, diferentes impactos ambientais foram descritos. Portanto, a eventual detecção desta espécie no Brasil nos permitirá ir até as localidades invadidas e procurar suas colônias, dessa forma poderemos observar e descrever suas interações com plantas e outros insetos. Estas informações são fundamentais para entender possíveis impactos às espécies locais, à agricultura e às plantas nativas. Infelizmente, não há como frear este processo de invasão, entretanto ações de manejo e conservação podem ser elaboradas para ajudar a conservar as espécies nativas impactadas pela invasora. Ademais, ao se estudar as doenças que elas podem provocar em outras espécies de abelhas polinizadoras, medidas de controle destas doenças podem ser desenvolvidas, e seus impactos, reduzidos.

Para a realização do monitoramento, desenvolvemos uma abordagem de **Ciência Cidadã**, visando engajar as pessoas para nos ajudar a detectá-la. O nosso público-alvo principal são os fazendeiros e agricultores, os quais possuem maior probabilidade de encontrar esta abelha em campo, especialmente em plantações, onde a espécie

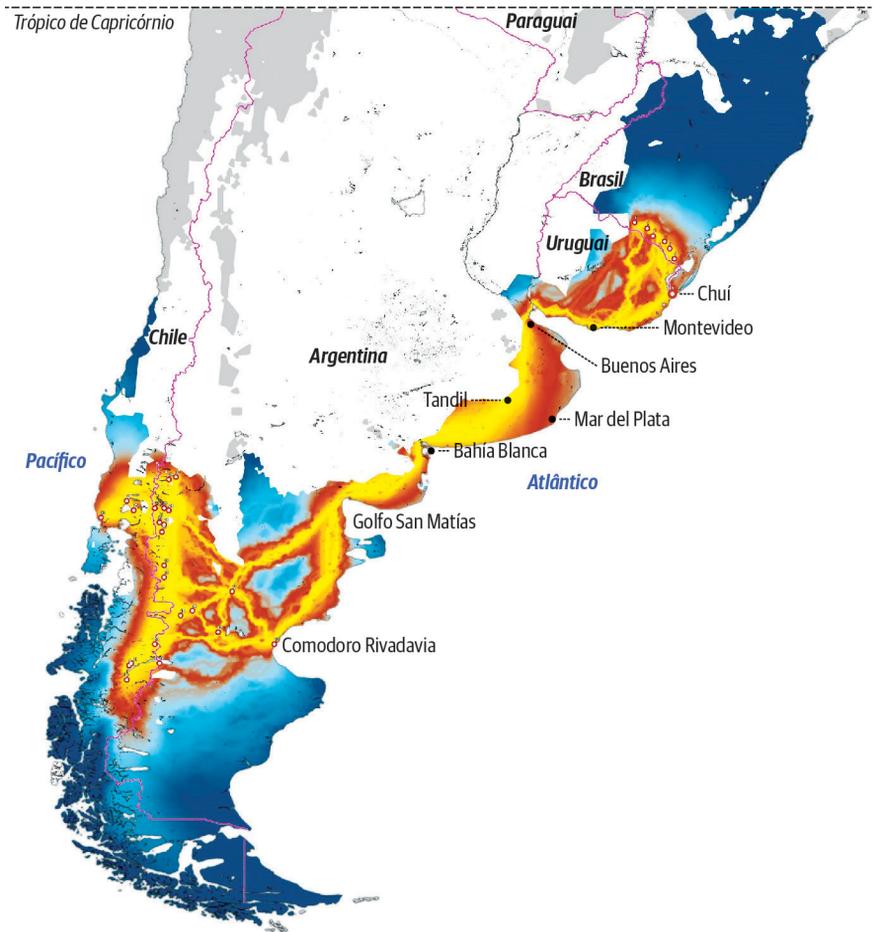


FIGURA 1. (A) Caminhos ou corredores favoráveis (em amarelo) para o deslocamento da espécie desde locais já invadidos na Argentina e no Chile até o Estado do Rio Grande do Sul no Brasil.

Fonte: Acosta (2015).

costuma obter seus recursos. A escolha desse público se justifica pelo fato de que as abelhas são organismos relevantes à produção agrícola, e por isso os agricultores dão atenção e são capazes de distinguir as abelhas de outros insetos que ocorrem nas culturas. Esse aspecto é favorável para a detecção precoce da abelha procurada, a qual difere grandemente de outros insetos e abelhas que ocorrem naturalmente na região (Figura 2). Sua aparência é muito peculiar, tanto pelo tamanho e padrão de coloração,

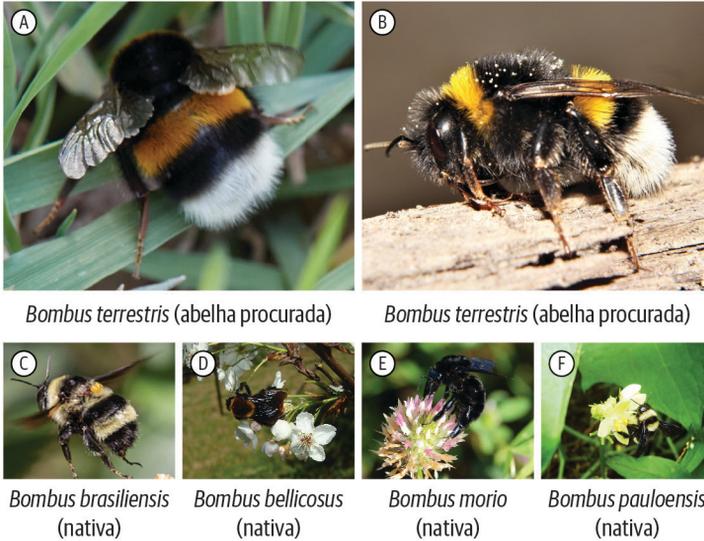


FIGURA 2. *Bombus terrestris* (a abelha procurada) é bastante distinta das quatro espécies nativas da região. As fotos evidenciam suas peculiaridades de fácil diagnóstico, especialmente o tufo de pêlos brancos na cauda, que nenhuma nativa do sul do Brasil compartilha.

Fonte: (A) <https://www.inaturalist.org/observations/77079078>; (B) <https://www.inaturalist.org/observations/27661462>; (C) <https://www.inaturalist.org/photos/72782831>; (D), (E) e (F) de Sídia Freitas.

como pela grande quantidade de pêlos no **abdome**, aspectos que as diferenciam das outras abelhas locais, mas especialmente a porção terminal do abdome de coloração branca, que as abelhas nativas da região sul do Brasil não apresentam. Apesar de termos foco neste público, qualquer pessoa que avistar uma abelha também poderá reportar seu avistamento por meio do website (<http://abelhaprocurada.com.br/>), Facebook ou email (abelhaprocurada@gmail.com).

Nossa abordagem de monitoramento foi planejada para localizar uma única espécie sem demandar treinamento especializado, apenas instruções de como os cientistas cidadãos poderiam fotografar a abelha para um bom diagnóstico discriminativo, ou seja, imagens de boa qualidade que permitissem a diferenciação visual das abelhas nativas daquela que procuramos. Solicitamos que a abelha seja fotografada pousada durante suas visitas em flores, que seria o momento mais adequado para capturar imagens bem focadas da lateral do corpo, que evidencia o padrão de coloração, e pela parte de trás da abelha, que evidencia sua cauda branca típica, o principal componente discriminativo. Além das imagens, solicitamos também uma breve

descrição do ambiente, a localização geográfica e meios de contato com o cidadão cientista.

Neste primeiro projeto (2015-2020), para alcançar nosso público alvo, impressos (Figura 3) foram distribuídos aos fazendeiros e agricultores por funcionários da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-RS), instituição governamental que colaborou com nossa pesquisa e que possui representação em praticamente todas as cidades do Estado Rio Grande do Sul - o estado mais extremo ao sul do Brasil (Figura 4), compreendendo a região mais vulnerável à chegada da



FIGURA 3. Frente do impresso informativo do projeto de monitoramento distribuído pela Emater-RS aos fazendeiros e agricultores do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Fonte: Acosta (2015).

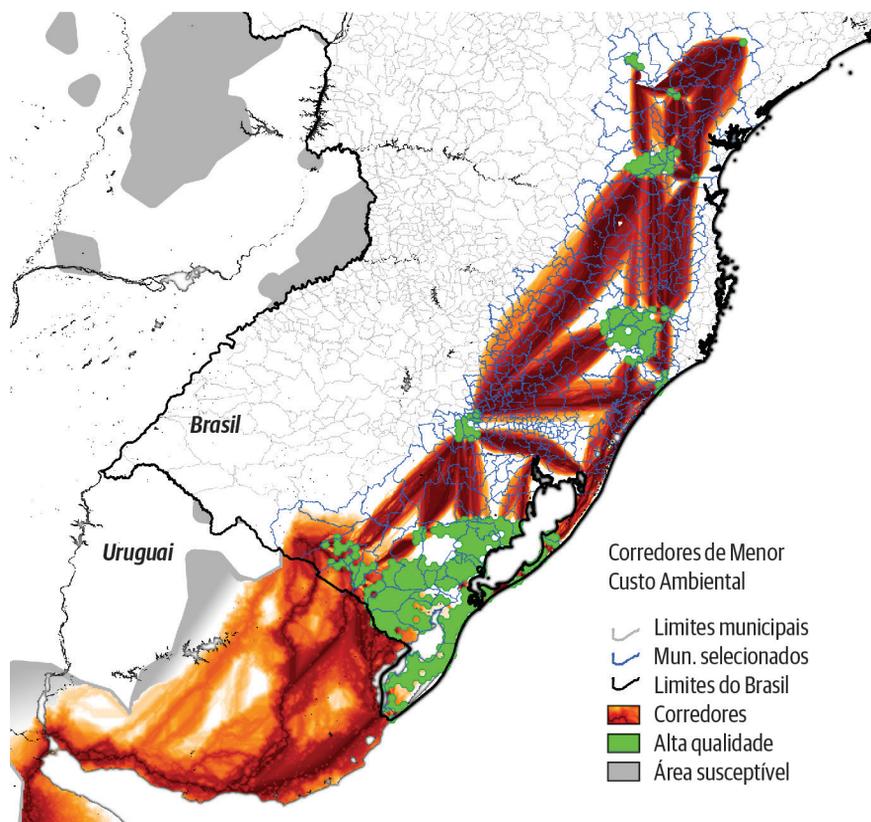


FIGURA 4. Caminhos ou corredores de entrada mais prováveis para a invasão da *Bombus terrestris* no Estado do Rio Grande do Sul (Brasil) a partir do Uruguai, e zonas com alta qualidade ambiental à formação de colônias (em verde).

Fonte: Acosta (2015).

espécie no país, a partir de Argentina e do Uruguai. Para esta nova fase, de 2022 adiante, estamos consolidando parcerias para divulgar estas informações para uma abrangência muito maior, para que toda população brasileira possa conhecer o caso e ajudar neste monitoramento.

Ao longo dos cinco anos deste primeiro projeto, recebemos quase 200 [registros](#) de abelhas, as quais foram verificadas por pelo menos dois especialistas, para diagnósticos mais seguros sobre se tratarem de observações da abelha procurada ou de abelhas nativas. Entretanto, nenhum avistamento da espécie procurada foi

detectado; a vasta maioria eram abelhas nativas, e um pequeno número se tratavam de outros insetos ou imagens de má qualidade, inviabilizando diagnósticos.

Como a partir destes dados era possível identificar e localizar pessoas e suas casas, são considerados dados sensíveis, conforme lei brasileira de proteção de dados Lei nº 13.709/2018 (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm), portanto, foram armazenados pelo período de 6 meses após o envio, e depois excluídos. Exceto dados de localização da espécie procurada, se tivessem sido confirmados, seriam mantidos e divulgados no website, mas após a autorização do coletor.

Na ocorrência de casos de avistamentos da abelha procurada que fossem confirmados por especialistas, iríamos até o local reportado para coletar indivíduos, registrar suas localizações e fazer descrições ecológicas; os espécimes coletados seriam incluídos em coleções [entomológicas](#), como a Coleção Entomológica Paulo Nogueira-Neto da Universidade de São Paulo ou a Coleção Entomológica da PUC-RS. Os registros georeferenciados serão disponibilizados em [plataformas de dados](#) virtuais sobre a biodiversidade, como o brasileiro SpeciesLink (<https://specieslink.net>) e o internacional GBIF (<https://www.gbif.org/>). E estes dados analisados em conjunto com as descrições ecológicas resultarão em artigos científicos a serem publicados em revistas internacionais, mas também artigos de difusão científica a serem divulgados no website do projeto e em redes sociais, visando trazer ao conhecimento da sociedade o caso, seus resultados e repercussões.

Embora não se possa afirmar que a espécie invadirá o Brasil, quando consideramos seu histórico de invasões em vários locais do mundo, pelos quais se expandiu rapidamente por vastas áreas, inclusive atravessando a cordilheira dos Andes desde o Chile até a Argentina, consideramos bastante razoável esperar que ela seja capaz de alcançar o Brasil nos próximos anos, e pesquisas com modelos ecológicos têm reforçado essa possibilidade.

A abelha *Bombus terrestris* é muito bonita e importante como uma espécie [polinizadora](#). Os ninhos destas abelhas são fundados por uma única fêmea, por isso a dispersão para a natureza ocorreu e tomou corpo com a habilidade desta espécie de viajar a grandes distâncias e colonizar novos ambientes. Entretanto, em avançar neste deslocamento através de grandes extensões geográficas houve a competição com espécies nativas de abelhas do gênero *Bombus*. O problema das invasões biológicas é resultado das atividades humanas, portanto, engajar a sociedade para ajudar a estudar estas questões como cientistas cidadãos é um aspecto fundamental. A Ciência Cidadã contribui com dados para a ciência, mas, sobretudo, contribui para conscientizar sobre os impactos ambientais das introduções biológicas.

LEITURAS SUGERIDAS

Acosta, A. L. (2015). *Bombus terrestris* chegará ao Brasil? Um estudo preditivo sobre uma invasão em potencial. (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. <http://dx.doi.org/10.11606/T.41.2015.tde-22092015-080256>.

Aizen, M. A., Arbetman, M. P., Chacoff, N. P., Chalcoff, V. R., Feinsinger, P., Garibaldi, L. A., Harder, L. D., Morales, C. L., Sáez, A., & Vanbergen, A. J. (2020). Invasive bees and their impact on agriculture. In D. A. Bohan & A. J. Vanbergen (Eds.), *Advances in ecological research* (Cap. 2, Vol. 63, pp. 49-92). <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2020.08.001>.

Arbetman, M. P., Meeus, I., Morales, C. L., Aizen, M. A., & Smagghe, G. (2012). Alien parasite hitchhikes to Patagonia on invasive bumblebee. *Biological Invasions*, 15(3), 489-494. <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-012-0311-0>.

Fontúrbel, F. E., Murúa, M. M., & Vieli, L. (2021). Invasion dynamics of the European bumblebee *Bombus terrestris* in the southern part of South America. *Scientific Reports*, 11(1), 15306. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-94898-8>. PMID:34316010.

Imperatriz-Fonseca, V. L., Canhos, D. A. L., Alves, D. A., & Saraiva, A. M. (Orgs.). (2012). *Polinizadores no Brasil. Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. São Paulo: Editora EDUSP. Recuperado de <http://www.livrosabertos.edusp.usp.br/edusp/catalog/view/8/7/33-1>.

Morales, C. L., Arbetman, M. P., Cameron, S. A., & Aizen, M. A. (2013). Rapid ecological replacement of a native bumble bee by invasive species. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(10), 529-534. <http://dx.doi.org/10.1890/120321>.

Morcegos urbanos em Lima (Peru), um reencontro com nossos vizinhos noturnos



Amanda Vilchez^a, Jaime Pacheco^{a,b}, Juan J. Pellón^{a,c}, Gabriela Cáceres^a, Rosa Villanueva^{a,d}

^a Ciencia Ciudadana Perú (CCP). Lima, Perú, amandavilchez.bio@gmail.com, gabriela.caceres.p@upch.pe

^b Centro de Investigación Biodiversidad Sostenible (BioS). Lima, Perú, biojpacheco@gmail.com

^c Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MUSM). Lima, Perú, juanpe2104@gmail.com

^d División de Ecología Vegetal - Centro de Ornitología y Biodiversidad (CORBIDI). Lima, Perú, 20121029@lamolina.edu.pe

Os morcegos são, há muitos anos, animais associados a mitos e doenças. Porém, esses mamíferos noturnos, longe de serem nossos inimigos, desempenham funções de vital importância para os ecossistemas, como a **polinização** (Figura 1). Algumas espécies de morcegos, especificamente aquelas que se alimentam de flores, carregam **pólen**, facilitando a reprodução dessas plantas (ver Capítulo 8). Essa relação é tão próxima que os morcegos que cumprem essa função apresentam características únicas, como línguas compridas e faces alongadas que facilitam sua alimentação do néctar das flores. Por sua vez, algumas flores apresentam características únicas que atraem os morcegos, como a abertura das pétalas à noite, cores claras visíveis no escuro e flores grandes em forma de sino, adequadas para a entrada da língua ou do rosto. Devido aos seus hábitos noturnos, esses animais foram mantidos fora do escrutínio dos naturalistas por muitos anos. Por este motivo, o projeto “Monitoreo ciudadano de murciélagos” (Monitoramento Cidadão de morcegos, em português) procura reportar e dar visibilidade à sua presença, a começar pelas zonas urbanas,



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

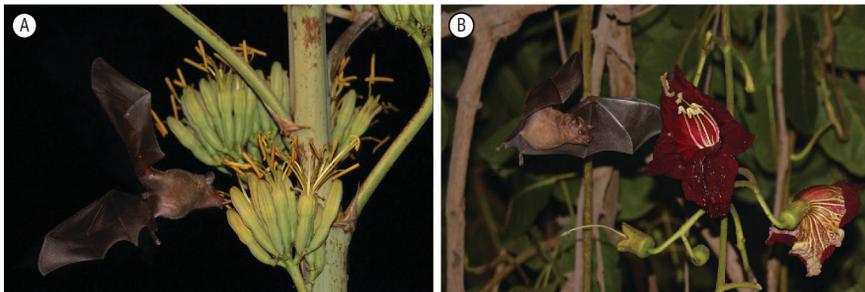


FIGURA 1. Morcego nectarívoro *Glossophaga soricina* alimentando-se de flores de (A) *Agave* e (B) *Kigelia africana*, em parques na cidade de Lima, Peru.

Créditos das fotos: (A) de Jaime Arturo Pacheco Castillo e (B) de Saori Grillo.

onde costumam ser denunciados conflitos entre estes animais e o ser humano, originados principalmente por desinformação.

Especificamente em Lima (Peru), cidade na qual iniciamos este projeto, estudos voltados para avaliar a situação atual dos morcegos presentes em áreas urbanas não foram realizados até 2021, apesar da pressão gerada pela acelerada urbanização da cidade nos últimos anos. Essa falta de informação e de monitoramento das populações de morcegos limita o entendimento de sua situação atual, ameaças e, conseqüentemente, das necessidades para sua conservação. Nesse cenário, o “Monitoreo ciudadano de murciélagos” busca, por meio da participação cidadã, preencher essas lacunas de informação e derrubar mitos relacionados aos morcegos no processo, educando os participantes com informações precisas e atraentes sobre morcegos. Os [registros](#) de morcegos, obtidos por cidadãos (Figura 2), nos permitirão conhecer as espécies de morcegos presentes na área urbana de Lima e identificar quais são os locais de importância para esses animais na cidade, como corredores de deslocamento, áreas de alimentação e abrigos. Ambos os objetivos permitirão que a conservação dos morcegos na cidade funcione de forma integral, por meio da priorização dessas importantes áreas como áreas de conservação urbana e da redução dos conflitos humanos-morcegos por meio de informação e engajamento dos cidadãos.

A participação dos cidadãos neste projeto realiza-se através de duas metodologias, a utilização de detectores [acústicos](#) e o registro de morcegos em fotografia e / ou vídeo. Os morcegos usam um sistema de localização muito particular chamado [ecolocalização](#), que lhes permite reconhecer seus arredores na escuridão da noite por meio de ondas sonoras, inaudíveis para os humanos. Os detectores acústicos são aparelhos muito pequenos (Figura 3), do tamanho de uma caixa de fósforos, capazes



FIGURA 2. Participantes do “Monitoramento Cidadão de Morcegos”, na cidade de Lima (Peru).
Crédito das fotos: Amanda Mayte Vilchez Zuñiga.



FIGURA 3. Detector acústico instalado em um telhado da cidade de Lima (Peru).
Crédito da foto: Jaime Arturo Pacheco Castillo.

de registrar esses sons emitidos por morcegos, para depois serem transformados em sons audíveis. Estes equipamentos são muito fáceis de utilizar e são entregues aos cidadãos e instalados nas suas casas, com aconselhamento virtual de cientistas, permanecendo ali durante três noites. Em seguida, as gravações são analisadas pela equipe de pesquisadores e como cada som é particular de cada espécie, pode-se determinar quais espécies sobrevoaram próximo ao local avaliado. Finalmente, os resultados desta análise são enviados aos participantes com infográficos e áudios

das espécies relatadas. Como segunda metodologia, incentivamos os cidadãos a enviar vídeos e / ou fotos de morcegos que tenham observado na cidade, por meio de nossas redes sociais ou adicioná-los diretamente à [plataforma de dados de ciência cidadã iNaturalist](#). Todos os registros por detecção acústica, fotografias e vídeos (estes últimos como links) são adicionados ao nosso projeto no *iNaturalist*, que é uma plataforma aberta que todos os participantes e usuários externos ao projeto podem acessar livre e gratuitamente.

Até o momento tivemos resultados muito bons, relatando onze espécies diferentes de morcegos com ambas as metodologias e identificando dois refúgios na cidade de Lima. No entanto, ainda precisamos de um número maior de participantes para conhecer esses mamíferos voadores de forma adequada e atingir nossos objetivos. Por ora, apresentamos o projeto ao público científico em congressos e simpósios, com o objetivo de demonstrar o potencial de envolvimento dos cidadãos na avaliação da fauna urbana.

Para informar os cidadãos sobre esses animais e sua importância em nosso socioecossistema, realizamos publicações semanais e palestras virtuais gratuitas em nossas redes sociais Facebook e Instagram (@CienciaCiudadanaPerú) (Figura 4). Nessas plataformas, compartilhamos informações sobre morcegos e respondemos às preocupações do usuário, principalmente com foco em mitos. Além disso, divulgamos o projeto e motivamos o engajamento de mais participantes. Preparamos como material de apoio, um “Guia de observação de morcegos na cidade de Lima”, que menciona as estratégias para aumentar as chances de avistamento, como os horários de maior atividade e as espécies de árvores das quais se alimentam.



FIGURA 4. Equipe de biólogos do projeto Ciencia Ciudadana Perú.

Crédito da foto: Lino Chipana.

Temos a certeza de que, ao tornar visíveis os morcegos, incluindo os cidadãos no seu estudo e divulgando informações acuradas sobre eles, será possível melhorar a relação entre estes animais e os cidadãos e promover estratégias de conservação eficazes, baseadas em evidências.

<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-20-5.s03c18.pt>

Ciência cidadã argentina - Projeto “Vi Un Abejorro”



Marina P. Arbetman¹, Carolina L. Morales¹, Victoria Campopiano Robinson²,
Eduardo E. Zattara¹

¹ Grupo de Ecología de la Polinización, EcoPol. Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente (INIBIOMA) Universidad Nacional del Comahue - CONICET, Bariloche, Argentina, marbetman@comahue-conicet.gob.ar, moralesc@comahue-conicet.gob.ar, ezattara@comahue-conicet.gob.ar

² Estudiante de la Licenciatura en Biología en la Universidad Nacional del Comahue, vickycampopiano@gmail.com

Neste capítulo, queremos contar como nosso projeto de [ciência cidadã](#), “Vi Un Abejorro” (Vi uma mamangava, em português), surgiu e convidamos você a fazer parte (Figura 1).

COMO SURGE O PROJETO VÍ UN ABEJORRO?

As mamangavas (gênero *Bombus*) são um grupo importante de abelhas grandes e peludas que vivem em colônias. Mais de 250 espécies de abelhas são conhecidas em todo o mundo (veja Capítulos 3 e 4). Como outros [polinizadores](#), os zangões carregam [pólen](#) entre as flores das quais se alimentam de néctar e pólen, contribuindo para sua [polinização](#). Esse processo favorece a [reprodução sexual](#) da maioria das plantas com flores e auxilia na produção, tanto em quantidade quanto em qualidade, de muitas safras. Portanto, as abelhas são atores importantes tanto nos sistemas naturais quanto nos agroecossistemas (consulte o Capítulo 1).



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.



FIGURA 1. Capa do site do projeto "Vi un Abejorro".

No final da década de 1980, uma dessas espécies, a mamangava europeia (no Brasil, chamada de mamangava-de-cauda-amarela-clara), *Bombus terrestris* (Figura 2A), começou a ser cultivada comercialmente na Europa para polinização em larga escala (em campos e estufas). Atualmente suas colmeias artificiais (caixas onde vive uma colônia) são importadas por vários países do mundo, incluindo o Chile de 1996 até o presente (ver Capítulo 3). Essas mamangavas introduzidas escaparam de suas colméias e se estabeleceram na natureza, espalhando-se em grande velocidade. Em menos de dez anos desde sua introdução, elas invadiram grande parte do território chileno e da Patagônia (chilena e argentina), até chegarem ao extremo sul do continente, e além! (já existem registros na ilha argentina Isla de los Estados).

E qual é o problema? Desde a chegada da mamangava-de-cauda-amarela-clara, a [biodiversidade nativa](#) começou a ser ameaçada. Por exemplo, a mamangava nativa da Patagônia que vive apenas no Chile e no sul da Argentina, comumente chamada de mangangá ou varejeira (seu nome científico é *Bombus dahlbomii* - Figura 2B), foi uma das espécies mais drasticamente afetadas pela chegada da espécie europeia, até mesmo apresentando extinção local. Como isso acontece? As mamangavas invasoras (Figuras 2A e 2C) competem com as nativas por locais de [nidificação](#) e por comida; além disso, trouxeram doenças desconhecidas às mamangavas nativas e que provavelmente lhes causaram muitos danos (ver Capítulo 3). Há 20 anos era muito comum ver mangangás em áreas naturais, pomares e jardins, hoje é muito mais raro.

A invasão pela mamangava europeia e o colapso populacional do mangangá nos motivou a gerar um projeto de [ciência cidadã](#), a fim de poder registrar mais

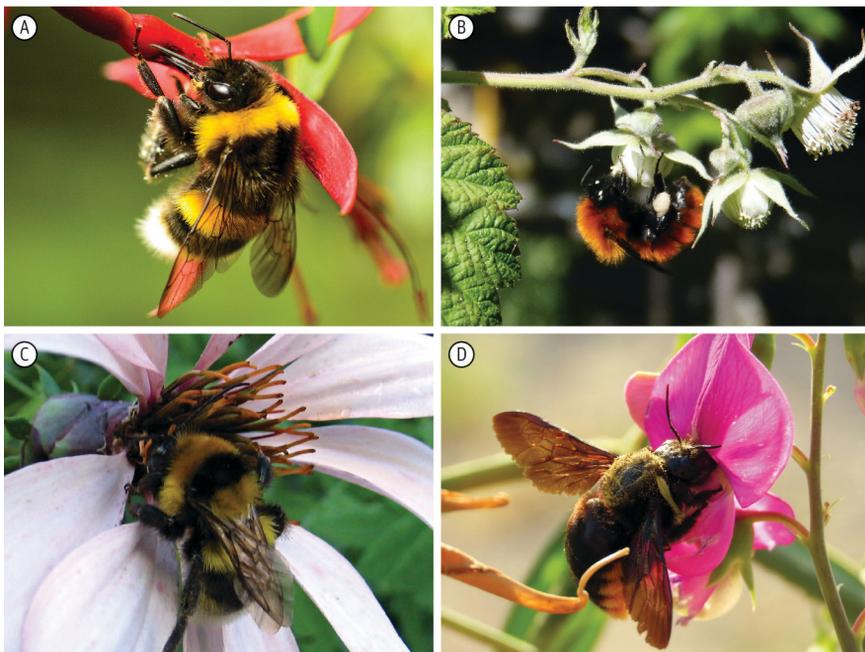


FIGURA 2. Fotos de espécies reportadas no projeto “Vi un Abejorro”: (A) *Bombus terrestris*, (B) *Bombus dahlbomii*, (C) *Bombus ruderatus*, (D) *Xylocopa augusti*.

Crédito das fotos: (A) de Eduardo Zattara, (B) de Marina Arbetman, (C) de Carolina Morales e (D) de Germán Ramos.

amplamente onde estão as espécies nativas da Patagônia e onde estão as invasoras, e também para que esse problema seja conhecido e envolva a sociedade na busca de informações. Durante conversas com o público em geral, muitas pessoas lembraram que na infância viam esta abelha nativa com muita regularidade e perceberam que observaram essa substituição de espécies ao longo de suas próprias vidas. Onde a abelha **nativa** foi vista, a **exótica** agora é vista quase que exclusivamente. Talvez, seja por isso que na Patagônia encontramos tanto interesse da comunidade em saber e compreender o que está acontecendo.

Ao desenvolver este projeto, percebemos que a ameaça de invasão de *Bombus terrestris* poderia se estender ao restante das espécies nativas de abelhas da Argentina, das quais em geral sabemos muito pouco (ver Capítulo 4). Por isso, estendemos o projeto “Vi Un Abejorro” (Figura 1) a todas as espécies de abelhas nativas de toda a Argentina (que no total são 8), pois queremos que todos os interessados possam reconhecê-las e compreender quais são abelhas e quais são outros insetos

semelhantes, e para que registrem seus avistamentos. A cobertura de nosso projeto complementa também o projeto chileno "Salvemos Nuestro Abejorro" (Salve nossa mamangava, em português - <https://salvemosnuestroabejorro.wordpress.com/>) e o brasileiro "Abelha Procurada" (veja o Capítulo 16).

Para nós é muito importante saber em que época do ano as diferentes espécies são vistas, quantas espécies e quantos indivíduos existem em cada local e a que distância os invasores se espalham. Para isso, precisamos da colaboração de toda a comunidade, para poder acompanhar, em todos os cantos do país, quais são as espécies de abelhas que existem e qual é a sua abundância.

Esperamos também que, nessa abordagem, possam ocorrer descobertas sobre sua biologia e que essa experiência de observação nos permita nos conectar ainda mais com a natureza, além das mamangavas.

O QUE ALCANÇAMOS ATÉ AGORA?

Desde o lançamento piloto de "Vi Un Abejorro" em maio de 2021, mais de 600 pessoas, de quase todas as províncias argentinas, já participaram. As espécies mais registradas foram: *Bombus dahlbomii* e *B. terrestris* na Patagônia e *B. pauloensis* nas regiões Noroeste, Nordeste, Cuyo e Centro do país e outras espécies com menor frequência. Esses registros nos permitiram, por exemplo, saber em que época do ano aparecem as diferentes espécies, ou em que flores é mais comum encontrá-las. Além disso, permitiram-nos conhecer o vínculo que as pessoas têm com as mamangavas: ora é carinho, por vê-las com frequência em seus jardins, ora é medo de ser picado, ora é a confusão que existe com outras espécies (recebemos imagens de moscas confundidas com abelhas!)

COMO VOCÊ PODE PARTICIPAR DO PROJETO?

Todos estão convidados a participar. Temos um site (www.abejorros.ar) e presença em diferentes plataformas de redes sociais como @ViUnAbejorro (Facebook, Instagram e Twitter). Também há mais informações sobre projetos e iniciativas relacionadas às mamangavas, na página do Grupo de Ecologia da Polinização de Bariloche, Argentina, em: <https://www.ecopol.ar>.

Você não precisa de nenhum treinamento ou conhecimento prévio, basta estar disposto a participar. Se você tiver câmera ou celular, para fotografar as espécies

encontradas e encaminhá-las para o projeto, melhor ainda. Assim, podemos ter certeza de que espécie de abelha é e se está em uma planta, podemos também identificar qual planta é. Você tem que encontrar um lugar com flores e observar. Se você puder tirar uma foto e fazer o upload através da página (www.abejorros.ar) ou do *iNaturalist* / *ArgentiNat*, veremos seus registros no projeto *Vi Un Abejorro* (<https://www.inaturalist.org/projects/vi-un-abejorro>) (Figura 3).

Em nosso site (www.abejorros.ar) há imagens descritivas das diferentes mamangavas que podem ser encontradas na Argentina, com referências às suas cores, seu tamanho e à região geográfica onde é comum encontrar cada uma. Atualmente estamos trabalhando para criar novos materiais didáticos para levar aos centros educacionais, e assim poderemos ensinar sobre as diferentes espécies de abelhas de uma forma simples e divertida.

Embora não tenhamos um sistema formal de avaliação do sucesso (ou ainda não!) do nosso projeto, contamos com algumas ferramentas que nos permitem fazer ajustes e modificações e as utilizamos como “avaliadoras” da aprendizagem dos participantes. Por exemplo, carregamos imagens de uma espécie de abelha em nossas redes sociais e perguntamos aos seguidores se eles sabem de que espécie é. Desta forma, podemos ter uma ideia se as publicações e ferramentas educacionais que disponibilizamos são úteis. Por outro lado, outro indício que recebemos do aprendizado entre os adeptos do projeto é que as pessoas que antes nos mandavam registros de abelhas carpinteiras (parentes das mamangavas, mas do gênero *Xylocopa* (Figura 2D), começam a responder a outros usuários, comentando que o que viram foram abelhas carpinteiras e não abelhas do gênero *Bombus*.



FIGURA 3. Marina e Victoria, “alma maters” do projeto, enviando um registro para “Vi un abejorro”.
Crédito da foto: Nicolás Cecchetto.

Resumindo, se você deseja se tornar uma cientista cidadã ou um cientista cidadão, pode nos enviar suas descobertas sobre abelhas através de nossas redes sociais. O ideal é que você nos envie uma foto para ter certeza do [registro](#), com a data e o local. Como mencionamos antes, é fácil confundir as mamangavas do gênero *Bombus* e as abelhas carpinteiras, do gênero *Xylocopa*. Com a foto, podemos tentar determinar de que espécie é e a que gênero pertence. Por outro lado, no site existe a opção de preencher um formulário, no qual você pode selecionar a abelha vista (com um guia de imagens representativas de cada espécie).

Compartilharemos todos os dados que coletamos por meio da [plataforma de dados](#) de ciência cidadã *iNaturalist* (que na Argentina é ArgentiNat). Mas isso não acontece de imediato, porque antes fazemos o que os cientistas chamam de “[curadoria](#) do material”. A informação é recebida, é processada, se necessário consultamos outros investigadores especialistas em diferentes grupos biológicos, a própria pessoa que enviou o [registro](#) e só então o dado é tornado público. A ideia é que os dados sejam confiáveis, embora, infelizmente, isso implique que tenhamos que descartar alguns registros duvidosos. Os dados do *iNaturalist* estão disponíveis para todos.

Quando tivermos uma quantidade suficiente de dados, mostraremos diferentes resumos de abundância e diversidade acessíveis ao público em geral (que estarão disponíveis na página: www.abejorros.ar).

Todos os registros somam! A sua participação é fundamental para nós e espero que cada participante tenha uma oportunidade de descobrir este mundo fascinante e contribuir para o cuidado das espécies em extinção, de suas interações e de seu meio ambiente.

Glossário

A

Abdome: a última das três divisões principais do corpo dos insetos, vindo logo atrás do **tórax**, e onde se situa o ânus e o aparelho reprodutor.

Acesso aberto: disponibilidade e acesso gratuito e irrestrito por qualquer pessoa aos resultados de pesquisas científicas. Baseia-se na premissa de que o conhecimento científico é um bem público e, portanto, deve estar disponível a todos.

Acústico: próprio de ou referente ao som.

Adaptações: características dos organismos que lhes permitem a sobrevivência e reprodução nos ambientes em que vivem.

Antera: porção terminal do **estame** (órgão masculino) das flores, onde são produzidos os grãos de **pólen**.

B

Biocombustível ou agrocombustível: combustível de origem biológica não fóssil, derivado de biomassa renovável. São fontes de energia alternativa que apresentam baixo índice de emissão de poluentes em comparação aos combustíveis fósseis.



Este é um capítulo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que sem fins comerciais, sem alterações e que o trabalho original seja corretamente citado.

Biodiversidade: variedade de seres vivos em uma área ou ambiente. Compreende os diferentes ecossistemas com suas espécies, a variabilidade das espécies e as diferenças que existem dentro de cada espécie (diversidade genética). Ela aumenta conforme aumenta o número de espécies, sua abundância e a diversidade genética de cada espécie.

C

Cadeia alimentar: relações de alimentação entre os seres vivos, ou seja, espécies servindo de alimento para outras espécies. O conjunto de cadeias alimentares é chamado “teia alimentar” ou “teia trófica”.

Cantarofilia: síndrome floral da polinização por coleópteros.

Cerúmen: substância formada pela mistura de cera e resina coletada nas plantas. É a principal matéria-prima usada na construção das estruturas dos ninhos das abelhas sem ferrão.

Ciência cidadã: participação do público em geral na geração do conhecimento científico. Compreende uma gama de tipos de parcerias entre cientistas e partes interessadas na ciência, com potencial para promover a participação pública em diferentes estágios do processo científico, educação científica e tecnológica e elaboração e implementação conjunta de políticas públicas sobre questões de relevância social e ambiental.

Cleptoparasita: parasita de ninhos. É quando uma fêmea usa os recursos do ninho de outro indivíduo (materiais do ninho ou alimento), que pode ser da mesma espécie ou de espécie diferente, para fornecer para seus filhotes, deste modo usurpando os esforços dos donos e evitando usar os próprios.

Coleoptera: do grego κολεός koleos: “caixa ou estojo”, πτερον pteron: “asa”, ordem da classe Insecta à qual pertencem os besouros e as joaninhas, entre outros. As asas anteriores destes organismos, chamadas élitros, não são utilizadas para o voo e cobrem as asas posteriores membranosas. Constitui o grupo animal com o maior número de espécies conhecidas, cerca de 350 mil.

Coleópteros: organismos que pertencem à ordem Coleoptera, como os besouros e joaninhas.

Comportamento territorial: estratégia de monopolização de recursos quando esses são essenciais para o sucesso reprodutivo de um organismo. Animais territoriais defendem áreas que contenham um ninho, toca ou local de acasalamento, e fontes de alimento suficientes para si e para as suas crias.

Compostos sulfurados: compostos que possuem enxofre em sua composição.

Comunal: quando várias fêmeas ocupam a mesma cavidade ou ninho, mas sem cooperação.

Comunidade: em Ecologia, diz-se do conjunto das populações de espécies diferentes que ocupam uma determinada área em determinado período de tempo.

Corola: conjunto de pétalas de uma flor.

Curadoria: supervisão, revisão, cuidado, tipicamente de objetos de uma coleção.

D

Determinação taxonômica: processo utilizado por cientistas biólogos para classificar os organismos dentro de grupos (espécies, gêneros, famílias, ordens, classes, etc).

Diptera: do grego δι di (dois) e πτερον pteron (asas), ordem de insetos que possuem duas asas, na qual estão incluídos moscas, mosquitos, varejeiras, pernilongos, borrachudos e mutucas.

Discos de cria: forma dos favos de cria da maior parte das espécies de meliponíneos manejados.

Dispersão: em biologia, chama-se dispersão ao conjunto dos processos que possibilitam a chegada e o estabelecimento de indivíduos de uma espécie num local diferente daquele onde viviam os seus progenitores.

Diversidade: ver biodiversidade.

E

Ecocolocalização: um mecanismo sensorial que consiste na emissão de pulsos ultra-sônicos, inaudíveis para os seres humanos, que ao alcançar as superfícies, são refletidos e ouvidos pelo emissor, indicando a localização dessas superfícies.

Ecologia floral: área da Ecologia relacionada aos sistemas de polinização das flores.

Élitros: par anterior modificado de asas de Coleoptera, que forma uma cobertura rígida que cobre a parte posterior do tórax e abdome e protege o par posterior de asas membranosas.

Empupar: muda na qual um inseto holometábolo passa do último estágio larval para o estágio de pupa.

Endêmica: nativa de, restrita a determinada região geográfica (diz-se de espécie, organismo ou população).

Engajamento: em ciência cidadã, diz-se do envolvimento dos participantes nos projetos, seja inicial (o ato de unir-se a um projeto), seja continuado (o ato de manter-se em um projeto).

Entomológica: relativa a insetos.

Espermatófitas: plantas que produzem sementes, como as gimnospermas (p.ex. pinheiros) e angiospermas (plantas com flores).

Estame: órgão masculino das plantas que produzem flores.

Estigma: região receptiva localizada na porção superior do órgão feminino da flor; possui um líquido pegajoso que facilita a fixação do grão de **pólen**.

Estróbilo polinífero: estrutura reprodutiva masculina presente em Gimnospermas, a qual produz grãos de **pólen**.

Eurocêntrico: centralizado na Europa e/ou nos europeus; que tende a interpretar o mundo segundo os valores do ocidente europeu.

Eussociais: espécies com característica altamente social, pois apresentam as três características que definem o comportamento dito verdadeiramente social em insetos, que são eles: 1) ocorrência de, pelo menos, duas gerações em determinado instante do desenvolvimento da colônia, 2) indivíduos estéreis e reprodutivos, 3) cuidado cooperativo com a prole.

Exótica: espécie que não é originária daquela localidade; não **nativa**.

F

Família: categoria taxonômica. Divisão de uma ordem, subordem ou superfamília. Contém um ou mais gêneros, tribos ou subfamílias. O nome da família termina sempre em *-idae* (animais) ou *-aceae* (plantas e fungos).

Favos: conjunto formado pelos alvéolos (células ou cavidades hexagonais), os quais são constituídos de cera e servem para armazenar mel, pólen ou para o desenvolvimento das larvas, zangões e operárias de himenópteros.

Favos de cria: conjunto de células larvais onde as abelhas sociais se desenvolvem desde o ovo até a fase adulta. Nas abelhas da tribo Meliponini, os favos de cria ocorrem em três formatos principais: aglomerados de células justapostas; cachos, que são aglomerados muito similares a um cacho de uva; e em formato de discos.

Fecundidade: potencial para a reprodução de um organismo ou população de uma determinada espécie.

Feromônios: hormônios sexuais liberados no ambiente que permitem que seres da mesma espécie se reconheçam e interajam.

Fertilização: quando o gameta masculino (célula reprodutiva) se funde ao gameta feminino. No caso das plantas com flores, o contato do gameta masculino (que está dentro do grão de **pólen**) com os gametas femininos da flor pode ocasionar fertilização e, assim, gerar um novo indivíduo.

Forrageio: procura de recursos alimentares pelos seres vivos, através de estratégias especializadas.

Fotorreceptores: receptores de luz.

G

Generalistas: espécies que buscam alimento em grande diversidade de fontes. No caso dos polinizadores, aqueles que buscam alimento em diferentes tipos de flores.

H

Hemíptero: espécie pertencente à Hemiptera, a maior e mais diversa ordem de Paraneoptera (superordem dos insetos), que inclui aproximadamente 119 mil espécies em todo mundo, dentre estas estão: as cigarras, percevejos, pulgões e cochonilhas.

I

Ínstar: estágio entre as mudas em insetos holometábolos.

Introdução: inserção, acidental ou intencional, de uma espécie fora de sua área de distribuição nativa.

Invasão: ver **Invasora**.

Invasora: aquela espécie que, oriunda de certa região, penetra e se aclimata em outra onde não era encontrada antigamente (ver **introdução**), prolifera-se sem controle e passa a representar ameaça para espécies **nativas**, para a saúde e economia humanas e/ou para o equilíbrio dos ecossistemas que vai ocupando e transformando.

L

Leguminosas: são plantas da **família** cientificamente conhecida como Fabaceae, como o feijão preto, soja, grão de bico e amendoim, e são ricas em fibras, proteínas, minerais e antioxidantes, como flavonóides e saponinas.

Lenhosa: designação dada às plantas que são capazes de produzir lenho (madeira) como tecido de suporte dos seus caules.

M

Manejada: diz-se da espécie que sofre algum tipo de **manejo**.

Manejo: tipo de intervenção humana que ocorre de forma ocasional ou sistemática, em cativeiro ou na natureza, visando manter, recuperar, ou controlar populações silvestres, domésticas, domesticadas ou asselvajadas para garantir a estabilidade dos ecossistemas, dos processos ecológicos ou dos sistemas produtivos.

Matas ciliares: são florestas, ou outros tipos de cobertura vegetal nativa, que ficam às margens de rios, igarapés, lagos, olhos d'água e represas.

N

Nativa: planta que é natural, originária da região em que vive, ou seja, que cresce dentro dos seus limites naturais incluindo a sua área potencial de [dispersão](#).

Neotropical: ver [Região Neotropical](#).

Nervuras das asas: regiões espessadas das asas dos insetos alados, formando uma rede por onde circulam gases e fluidos (hemolinfa).

Nicho ecológico: conjunto de todas as condições necessárias para que organismos de uma determinada espécie sobrevivam em um determinado local e tempo.

Nidificação: ato de construir ninhos.

O

Ornitofilia: [síndrome floral](#) na qual flores de plantas ornitófilas fornecem alimento e outros benefícios às aves, que por sua vez fornecem serviços de [polinização](#) a essas plantas.

P

Papilas: são pequenas saliências na língua que contêm botões gustativos e que permitem sentir sabor.

Pétala estandarte: uma das pétalas das flores de leguminosas, as quais são grandes e eretas e cobrem as demais pétalas.

Plataformas de dados: locais (físicos ou online) nos quais os dados podem ser armazenados (por exemplo, *iNaturalist*).

Pólen: estruturas reprodutivas que contêm os gametas masculinos de alguns grupos de plantas: angiospermas (as plantas com flores) e gimnospermas (por exemplo, os pinheiros).

Polinívoro: animal que se alimenta de [pólen](#). Geralmente são insetos ou ácaros, desempenhando um papel importante no processo reprodutivo das plantas. Também chamado polenófago ou polinífago.

Polinizadores: são um tipo de [visitante floral](#) que efetivamente realiza o transporte do [pólen](#) e o deposita em outra flor, contribuindo para o processo de [fertilização](#).

Polinização: transferência do grão de [pólen](#) da [antera](#) (órgão sexual masculino da flor) para o [estigma](#) (órgão sexual feminino) em uma flor da mesma espécie. Esta transferência de pólen pode ocorrer devido a fatores abióticos, como água ou vento, ou bióticos, como animais. Quando o pólen entra em contato com a parte feminina da flor, a [fertilização](#) pode ocorrer e um novo indivíduo pode ser gerado.

Probóscide: apêndice alongado que se localiza na cabeça de algumas espécies de animais.

Própolis: material processado pelas abelhas a partir de resinas coletadas de plantas. É utilizado para vedar frestas e impedir a entrada de friagem e de inimigos naturais. Possui efeito anti-séptico e antibiótico.

Protocolo: é o conjunto de etapas necessárias para a obtenção das informações exigidas em um projeto de **ciência cidadã**. As etapas a serem seguidas podem ser processuais, como registrar **visitantes florais** em uma área ou em uma caminhada de metros ou minutos na cidade. O protocolo também pode incluir etapas de visualização e análise de dados, bem como informações básicas sobre a questão de investigação de determinado projeto.

Pupa: é o estágio intermediário nos insetos holometabólicos (com estágios de ovo, larva, pupa e adulto bem distintos), onde ocorre a metamorfose.

R

Região Neotropical: região biogeográfica que compreende a América Central, incluindo a parte sul do México e da península da Baja Califórnia, o sul da Flórida, todas as ilhas do Caribe e toda a América do Sul.

Registros: referem-se a dados (registrados na forma de ocorrência observada, fotografia, herbário, fóssil, áudio) que indicam a presença de um ser vivo em um determinado local e tempo.

Relação mutualística: diz-se da relação ecológica entre duas espécies diferentes e que é benéfica para ambas.

Reprodução sexuada: tipo de reprodução que envolve a fusão de gametas.

S

Secreção estigmática: secreção do **estigma**.

Selvagem: que não foi domesticado.

Serviço ecossistêmico: serviços que a natureza fornece ao ser humano e que são indispensáveis à sua sobrevivência, estando associados à qualidade de vida e bem estar da sociedade.

Silvestre: ver **selvagem**.

Síndrome floral ou síndrome de polinização: conjunto de caracteres florais relacionados à atração de um tipo particular de **polinizador**, resultado da coevolução entre plantas e polinizadores. Podem ser abióticas (por exemplo, polinização pelo vento) ou bióticas (polinização por animais).

Sobreexploração: conceito utilizado em Ecologia e Economia para designar a utilização de um recurso renovável para além do seu limiar de sustentabilidade, ou seja, com uma intensidade tal que não é possível a sua recuperação natural (ver Sustentável/sustentado).

Sociabilidade: a capacidade dos indivíduos de uma espécie de serem sociais (ver **socialidade**).

Social: ver **socialidade**.

Socialidade: inclui todos os tipos de interação entre indivíduos de uma mesma espécie, passando pelos comportamentos de antagonismo (como a defesa de território, p.ex.), as interações de cooperação mais frouxas (como a vida solitária com interações apenas em momentos de reprodução até a vida em grupo) e, finalmente, a eussocialidade (ver **eussociais**).

Solitária: espécies que não se envolvem em outras interações sociais, exceto o acasalamento (ver **social**).

Sustentável/sustentado: que atende aos pilares da sustentabilidade, a saber: ambientalmente saudável, economicamente viável e socialmente justo.

T

Tórax: uma das três divisões principais do corpo dos insetos, na qual ficam as pernas e asas. Fica situada entre a cabeça e o **abdome**.

V

Variabilidade genética: termo utilizado para referir-se à presença de diferentes alelos (formas alternativas de um gene que ocupam a mesma posição em cromossomos homólogos) existentes nos indivíduos de uma espécie. Essa variabilidade determina as diferentes características dos indivíduos e é fundamental para a ocorrência da seleção natural.

Vegetação de borda: vegetação presente na região de contato entre uma área alterada pelo ser humano e um fragmento de vegetação natural, sujeita à perda de **biodiversidade** devido à maior exposição aos ventos, altas temperaturas, baixa umidade e alta radiação solar, à **invasão** por plantas como rasteiras, trepadeiras e capim e às alterações nas relações ecológicas entre as espécies ali presentes.

Visitantes florais: animais (aves, insetos, mamíferos) que se aproximam de uma flor para se alimentar, nidificar, se esconder e caçar. Muitas delas carregam **pólen** de uma flor para outra e às vezes as polinizam, contribuindo para a reprodução dessa planta.

Volátil: composto que transita facilmente do estado líquido para o estado de vapor ou gasoso.

APOIO



FINANCIAMENTO



Na capa:

Mangangá, *Bombus dahlbomii* (foto de Eduardo E. Zattara)

Beija-flor austral, *Sephanoides sephaniodes* (foto de Eduardo E. Zattara)

Borboleta monarca, *Danaus plexippus* (foto de Esperanza Doronila/Unsplash)