



BPBES
Plataforma Brasileira
de Biodiversidade
e Serviços Ecossistêmicos

**Relatório Temático sobre
Polinização, Polinizadores e
Produção de Alimentos no Brasil**



REBIPP
Rede Brasileira
de Interações
Planta-Polinizador





Marina Wolowski • Kayna Agostini • André Rodrigo Rech • Isabela Galarda Varassin • Márcia Maués • Leandro Freitas • Liedson Tavares Carneiro • Raquel de Oliveira Bueno • Hélder Consolaro • Luisa Carvalheiro • Antônio Mauro Saraiva • Cláudia Inês da Silva



RELATÓRIO TEMÁTICO SOBRE POLINIZAÇÃO, POLINIZADORES E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NO BRASIL

Este 1º Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimento no Brasil é fruto da parceria entre a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES, da sigla em inglês)¹ e a Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador (REBIPP)². A Plataforma Brasileira tem como missão a produção de sínteses do melhor conhecimento disponível pela ciência acadêmica e pelos saberes tradicionais sobre as temáticas da biodiversidade e dos serviços ecosistêmicos e suas relações com o bem-estar humano, com foco nos biomas continentais do Brasil (Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pantanal, Campos Sulinos) e no costeiro-marinho. Para tanto, promove reuniões setoriais de trabalho com grupos de interesses variados – como representantes do governo federal, organizações não governamentais, empresas, etnias indígenas e jornalistas – com o intuito de compartilhar os principais resultados, debater e ouvir críticas e sugestões. BPBES dispõe do apoio financeiro do MCTIC³, via CNPq, e da Fapesp, por meio do Programa Biota, além do apoio institucional da SBPC⁴, da ABC⁵ e da FBDS⁶.

Para a confecção de seus relatórios temáticos, nos quais aprofunda temas urgentes apontados no Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos, a BPBES realiza parcerias consolidadas como esta com a REBIPP. O presente relatório congrega um grupo independente formado por 12 autores, entre professores universitários e pesquisadores, que vêm trabalhando regularmente na sua redação desde agosto de 2017. Conta também com a revisão externa acurada de outros 11 especialistas da área, incluindo gestores ambientais e tomadores de decisão, além de professores universitários e pesquisadores. O relatório completo, bem como o respectivo Sumário para Tomadores de Decisão (STD), está disponível nas páginas da BPBES e da REBIPP.

1. www.bpb.es.net.br

2. www.rebipp.org.br

3. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

4. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

5. Academia Brasileira de Ciências

6. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável

SUMÁRIO

- 8 ---- **1. Contextualização do Relatório Temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil no escopo da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES)**
- 8 ---- 1.1. Marco conceitual da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES)
- 9 ---- 1.2. Arcabouço geral sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos
- 10 ---- 1.3. Polinização como serviço ecossistêmico
- 10 ---- 1.4. Público-alvo
- 10 ---- 1.5. Objetivos
- 11 ---- 1.6. Metodologia da revisão sistemática da literatura

- 12 ---- **2. O status e as tendências em polinização e produção de alimentos no Brasil**
- 12 ---- 2.1. Conhecimento sobre polinização e polinizadores de plantas relacionadas à produção de alimentos
- 15 ---- 2.2. Principais grupos de polinizadores e sistemas de polinização
- 21 ---- 2.3. Dependência e valoração do serviço ecossistêmico de polinização
- 24 ---- 2.4. Déficit na polinização e ganhos com manejo de polinizadores: custos sociais, econômicos e ambientais da polinização suplementar

- 25 ---- **3. Diversidade biocultural e valores socioculturais dos polinizadores**
- 25 ---- 3.1. Usos culturais e conhecimentos tradicionais sobre polinizadores
- 27 ---- 3.2. Manejo de polinizadores com ênfase na produção de mel e valores bioculturais associados

- 28 ---- **4. Fatores que afetam os polinizadores, a polinização e a produção de alimentos**
- 28 ---- 4.1. Requerimentos ambientais de polinizadores
- 28 ---- 4.1.1. Recursos alimentares
- 30 ---- 4.1.2. Outros requerimentos ambientais
- 31 ---- 4.2. Ameaças aos polinizadores, à polinização e à produção de alimentos
- 32 ---- 4.2.1. Ameaças ambientais
- 33 ---- 4.2.2. Ameaças biológicas
- 33 ---- 4.3. Impacto de mudanças ambientais na diversidade e funcionalidade de polinizadores
- 33 ---- 4.3.1. Alterações no uso da terra
- 35 ---- 4.3.2. Mudanças climáticas
- 37 ---- 4.3.3. Espécies exóticas

- 38 ---- **5. Respostas aos riscos, governança e oportunidades associados aos polinizadores, à polinização e à produção de alimentos**

- 43 ---- **6. Referências bibliográficas**

- 56 ---- **Anexo I.** Revisão sistemática da literatura sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil
- 59 ---- **Anexo II.** Referências bibliográficas resultantes da revisão sistemática da literatura
- 82 ---- **Anexo III.** Plantas cultivadas e silvestres utilizadas direta ou indiretamente na produção de alimentos no Brasil, a dependência da polinização e seus visitantes florais e polinizadores

1. Contextualização do Relatório Temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil no escopo da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES)

1.1. Marco conceitual da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES)

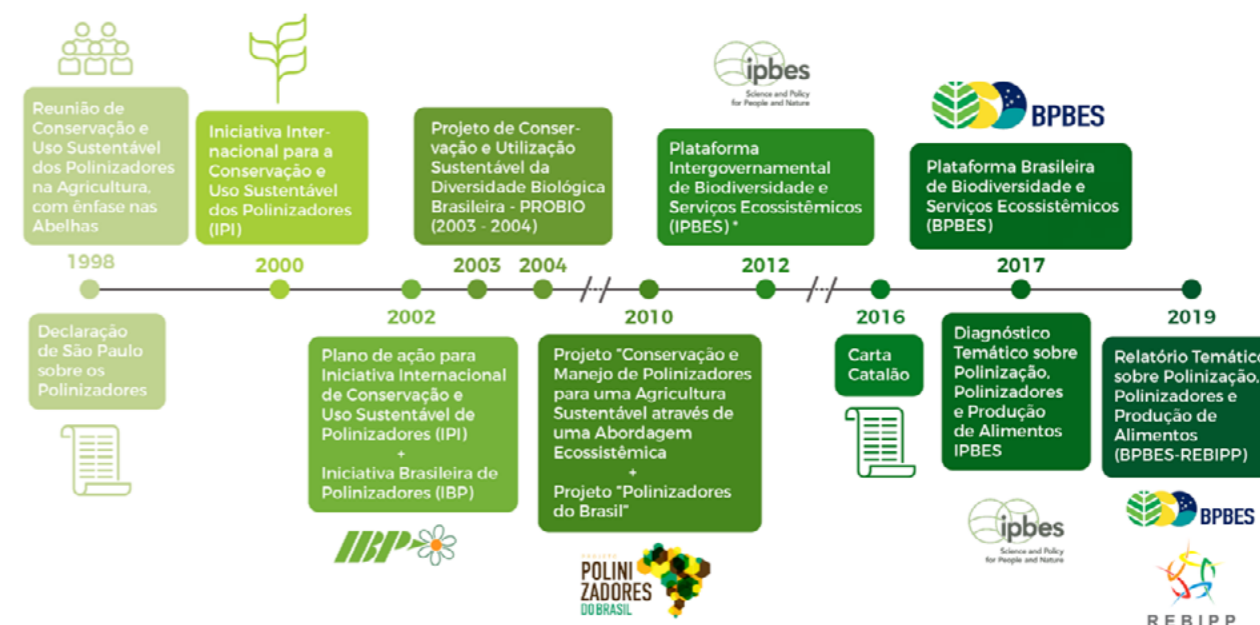
O Brasil tem contribuído para a discussão sobre a importância dos polinizadores no cenário nacional e internacional. Em 1998, como resultado da reunião “Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores na Agricultura, com Ênfase nas Abelhas”, foi produzido o documento “The São Paulo Declaration on Pollinators” (Dias *et al.* 1999). Este documento firmava um compromisso com a Convenção sobre Diversidade Biológica (Convention on Biological Diversity - CBD), no programa temático de Diversidade Biológica na Agricultura, que criou, no ano 2000, e aprovou, em 2002, a Iniciativa Internacional para a Conservação e o Uso Sustentável dos Polinizadores (IPI). A IPI tem como facilitadoras a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, da sigla em inglês) e as Iniciativas Regionais, incluindo a Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP), que definiu as bases prioritárias para preencher as lacunas do conhecimento sobre polinização e polinizadores no país. Em 2012, o Brasil foi signatário da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (IPBES)¹, criada com o objetivo de fazer a interface entre ciência e tomada de decisão para a conservação da biodiversidade e dos serviços ecosistêmicos, o bem-estar humano e o desenvolvimento sustentável (Figura 1). Assim, em resposta às solicitações de governos ou de outros tomadores de decisão, a Plataforma apresenta uma análise crítica do conhecimento existente sobre um tema e disponibiliza este resultado aos interessados.

O primeiro relatório de avaliação desenvolvido e aprovado pela IPBES foi o “Pollinators, Pollination and Food Production” em fevereiro de 2016 e este subsidiou as decisões e as recomendações de políticas aprovadas na 13ª Conferência das Partes (COP 13) da Convenção sobre Diversidade Biológica em Cancun, no México, em dezembro do mesmo ano. Os países signatários da IPBES consideraram a avaliação como prioritária, por se tratar de uma temática de interesse global e porque, por meio de documentos como esse, é possível nortear vários projetos com objetivos de: diminuir a ameaça da fome; alcançar segurança alimentar e nutrição adequadas; impulsionar a agricultura sustentável; assegurar uma vida saudável e o bem-estar; incentivar o crescimento econômico; proteger, restaurar e promover o uso dos ecossistemas terrestres e contribuir para a interrupção da perda de biodiversidade (IPBES 2016).

Para orientar o trabalho da IPBES, foi desenvolvido um marco conceitual que deve ser o princípio para todos os estudos que considerarem a Plataforma como instrumento de avaliação. A estrutura fundamental da IPBES (Díaz *et al.* 2015) é adotada na avaliação sobre polinizadores, polinização e produção de alimentos no Brasil, que está inse-

1. www.ipbes.net

rida no escopo da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES)². Este Relatório Temático representa a primeira parte de um trabalho mais amplo que fará um Diagnóstico sobre a polinização e os polinizadores no Brasil.



*Iniciativa internacional da qual o Brasil é signatário desde 2012

Figura 1. Linha do tempo mostrando as iniciativas em favor da conservação de polinizadores no Brasil ao longo das últimas duas décadas.

1.2. Arcabouço geral sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos

Polinização é a transferência de grãos de pólen entre órgãos masculinos e femininos das flores, um processo importante para a reprodução das plantas que resulta na formação de frutos e sementes. A polinização é realizada tanto por animais como por vento ou água. A maioria das plantas, cultivadas ou nativas, é polinizada por animais e depende destes para sua reprodução (Klein *et al.* 2007; Ollerton *et al.* 2011; Roubik 2018). Nas comunidades tropicais, 94% das plantas são polinizadas por animais (Ollerton *et al.* 2011). Os animais polinizadores são em sua maioria insetos, tais como abelhas, moscas, borboletas, mariposas, vespas, besouros e tripes (insetos diminutos com 1 mm de comprimento ou menos, de corpo delgado e asas franjadas), mas também há polinizadores vertebrados, como aves, morcegos, mamíferos não voadores e lagartos. As abelhas são o grupo de polinizadores mais abundante na agricultura, pois visitam mais de 90% dos 107 principais cultivos agrícolas já estudados no mundo (Klein *et al.* 2007). Considerando-se apenas as plantas cultivadas polinizadas por animais, 70% do total de 1.330 cultivos nas regiões tropicais produzem frutos e sementes em maior quantidade e/ou com melhor qualidade quando polinizadas adequadamente (Roubik 2018).

2. www.bpbes.net.br

1.3. Polinização como serviço ecossistêmico

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico regulatório, de provisão e cultural, sendo uma interação ecológica que fornece muitos benefícios aos seres humanos. Estes incluem a manutenção e a variabilidade genética de populações de plantas nativas que sustentam a biodiversidade e as funções ecossistêmicas (serviço ecossistêmico regulatório), a garantia do fornecimento confiável e diversificado de frutos, sementes, mel, entre outros (serviço ecossistêmico de provisão) e a promoção de valores culturais relacionados ao conhecimento tradicional (serviço ecossistêmico cultural) (IPBES 2016; Costanza *et al.* 2017). O potencial da polinização como serviço ecossistêmico pode ser ressaltado quando associado à produção de alimentos. A primeira valoração econômica global do serviço ecossistêmico da polinização apontou o montante de US\$ 70 bilhões/ano (Costanza *et al.* 1997). Mais recentemente, esse serviço ecossistêmico foi avaliado em € 153 bilhões (Gallai *et al.* 2009). Esse número foi atualizado no Relatório de Avaliação sobre Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da IPBES, sendo estimado entre US\$ 235 bilhões e US\$ 577 bilhões (IPBES 2016). No Brasil, calcula-se que a polinização relacionada à produção agrícola tem um valor anual de US\$ 12 bilhões (Giannini *et al.* 2015b).

Os estudos realizados no país nos últimos 40 anos vêm reforçando o papel dos polinizadores, especialmente das abelhas, na polinização de plantas cultivadas ou silvestres, demonstrando a necessidade de se incorporar esse serviço ao sistema de produção dessas plantas. De modo geral, os frutos provenientes de flores polinizadas têm mais sementes, melhor formato, maior valor nutritivo, melhor sabor e durabilidade (Malagodi-Braga & Peixoto Kleinert 2004; Bommarco *et al.* 2012; Klatt *et al.* 2013; Garratt *et al.* 2014; Junqueira & Augusto 2017). Uma vez demonstrada a importância dos polinizadores para a produção de alimentos, vários pesquisadores analisaram dietas regionais para uma avaliação da contribuição dos polinizadores na nutrição humana, visto que os cultivos que dependem de polinizadores também produzem micronutrientes necessários à nossa saúde, como vitaminas A e C, cálcio e ácido fólico (Eilers *et al.* 2011; Maués 2014; Chaplin-Kramer *et al.* 2014; Smith *et al.* 2015; Ellis *et al.* 2015).

1.4. Público-alvo

Este Relatório Temático foi elaborado com o intuito de informar os diversos segmentos da sociedade brasileira a respeito da importância e do conhecimento sobre polinização, polinizadores e seu papel na produção de alimentos no Brasil. As comunidades acadêmica e não acadêmica, o terceiro setor e representantes dos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário poderão obter aqui informações confiáveis do cenário atual desta temática.

1.5. Objetivos

O objetivo geral deste Relatório Temático é apresentar o *status* do conhecimento sobre

a importância do serviço ecossistêmico de polinização e dos polinizadores para a produção de alimentos no país. Neste sentido, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura para levantar evidências dos seguintes temas: i) *status* e tendências em polinizadores, polinização e produção de alimentos no Brasil; ii) diversidade biocultural e valores socioculturais dos polinizadores; iii) fatores que afetam os polinizadores, a polinização e a produção de alimentos; e iv) respostas aos riscos, governança e oportunidades associados aos polinizadores, à polinização e à produção de alimentos. Vale destacar que a avaliação realizada neste Relatório Temático não tem valor prescritivo, mas oferece aos interessados um conjunto de informações levantadas por especialistas brasileiros com o intuito de subsidiar a tomada de decisão baseada em evidências empíricas sobre o assunto.

1.6. Metodologia da revisão sistemática da literatura sobre polinização e polinizadores de plantas relacionados com a produção de alimentos no Brasil

A revisão sistemática da literatura consistiu no levantamento de artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, disponíveis nos repositórios de produção científica (Web of Science™, Scopus®, SciELO e PubMed®), incluindo a Base de Dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (BDPA-Embrapa). Termos relacionados à polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil foram utilizados como palavras-chave para entrada nos campos de busca desses repositórios. Estas palavras-chave foram organizadas em três categorias: 1) nomes (comum e científico) de plantas cultivadas e silvestres de uso extrativista envolvidas na produção de alimentos no Brasil; 2) nomes (comum e científico) de grupos de animais polinizadores; e 3) termos limitantes, relativos às ameaças ao serviço ecossistêmico de polinização, aos polinizadores e à produção de alimentos (por exemplo agrotóxicos, invasoras, pesticidas etc.), ao conhecimento tradicional associado (por exemplo antropogênico, indígenas, quilombolas etc.) e à produção de alimentos (por exemplo cultivar, cultivo, mel etc.). Os nomes das plantas cultivadas e das plantas silvestres de uso extrativista relacionados à produção de alimentos foram obtidos a partir da lista de produtos e serviços da agropecuária e pesca (Prodlist-Agro/Pesca), publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2013). Os grupos de polinizadores e seus respectivos nomes científicos, bem como os termos limitantes, foram determinados com base em publicações que representam a literatura clássica sobre biologia da polinização e em artigos científicos recentes sobre polinização de cultivos agrícolas. Os nomes comuns e científicos de polinizadores foram extraídos desses artigos usando a ferramenta Tagcrowd³. A relação completa de palavras-chave, das combinações das buscas e das referências das publicações de apoio pode ser consultada no Anexo I deste Relatório Temático. Para contemplar publicações não indexadas nos repositórios utilizados, foram feitas pesquisas complementares por meio da ferramenta de busca Google Acadêmico™ com as palavras-chave associadas às plantas cultivadas e silvestres ligadas à produção de alimentos e o termo truncado “poliniza*”.

3. <http://tagcrowd.com>

Consultas adicionais para redação do relatório foram efetuadas em dois dos principais livros sobre polinização no Brasil (Imperatriz-Fonseca *et al.* 2012b; Rech *et al.* 2014a). A partir dos resultados das buscas realizadas até fevereiro de 2018, a seleção de estudos foi feita contemplando a leitura do título e o resumo dos trabalhos que mencionam aspectos dos temas de interesse. Um total de 360 estudos científicos foi catalogado na base de dados (Anexo II), sendo 247 relacionados à polinização de cultivos agrícolas e de outras plantas silvestres usadas para a produção de alimentos (abrangendo três estudos em contexto de paisagem); 39 voltados à utilização de polinizadores manejados em cultivos; 38 sobre ameaças aos polinizadores, como doenças e uso de agrotóxicos; 29 artigos com avaliação do efeito da paisagem, das mudanças climáticas e da conservação sobre o serviço ecossistêmico de polinização e polinizadores; e, por fim, sete artigos científicos que consistem em revisões e estudos sobre valoração do serviço ecossistêmico de polinização. Os termos associados ao conhecimento tradicional e à produção de mel acrescentaram, respectivamente, 29 e 35 estudos à base de dados, que reuniu um total de 424 artigos científicos. Os dados sobre plantas cultivadas e silvestres utilizadas direta ou indiretamente na produção de alimentos foram obtidos nos seguintes bancos de dados do IBGE: Produção Agrícola Municipal (PA), Produção da Extração Vegetal e Silvicultura (VS) e Censo Agropecuário (CA). Quando os dados de determinados cultivos não constavam na última listagem divulgada da PA e VS (2016), foram considerados os valores contidos no último CA (2006). Para conferir a nomenclatura taxonômica das plantas e animais, foi usado o pacote *taxize* em ambiente R (R Development Core Team 2017).

2. O status e as tendências em polinização e produção de alimentos no Brasil

2.1. Conhecimento sobre polinização e polinizadores de plantas relacionadas com a produção de alimentos no Brasil

Os estudos sobre o serviço ecossistêmico de polinização e a relação entre polinizadores e a produção de alimentos têm crescido nas últimas décadas à medida que grupos de pesquisa nesta linha têm se expandido no Brasil. O conhecimento gerado tem expressiva relevância para o estabelecimento de políticas voltadas ao manejo apropriado de plantas cultivadas e silvestres e à conservação dos animais polinizadores associados. Desse modo, esse conhecimento pode contribuir para evidenciar a importância e assegurar o serviço ecossistêmico de polinização, apesar de ainda haver muitas lacunas sobre polinização e polinizadores de várias espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no país.

A Prodlist-Agro/Pesca (IBGE 2013) contempla oficialmente 202 plantas cultivadas ou silvestres associadas à produção de alimentos, das quais 127 (63%) foram estudadas quanto à polinização. Dentre as 75 restantes, que ainda não foram estudadas, constam

plantas como agrião (*Nasturtium officinale*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), canela (*Cinnamomum verum*), coentro (*Coriandrum sativum*), cebolinha (*Allium schoenoprasum*), espinafre (*Spinacia oleracea*), jaca (*Artocarpus heterophyllus*) e jenipapo (*Genipa americana*). Além dos cultivos inseridos na listagem oficial do IBGE, outras plantas silvestres, comumente exploradas de forma extrativista por comunidades locais ou regionais e por pequenos produtores, também são utilizadas na alimentação e possuem potencial comercial (Shanley *et al.* 2010; Coradin *et al.* 2011; Vieira *et al.* 2016). Ademais, estas espécies vegetais geralmente apresentam valor cultural regional e estão em fase de domesticação ou têm potencial para serem cultivadas em maior escala futuramente. A lista mais atual das espécies silvestres da sociobiodiversidade brasileira de valor alimentício, estabelecida pela Portaria Interministerial MMA/MDS (nº 163, maio/2016)⁴, conta com 74 plantas silvestres indicadas pelo nome vulgar que representam 87 espécies, das quais 30 plantas e 31 espécies já estavam contempladas na Prodlist-Agro/Pesca (IBGE 2013). Outras publicações importantes têm buscado divulgar o uso e ampliar o montante de alimentos vegetais nativos, como as vinculadas aos projetos “Iniciativa Plantas para o Futuro” e “Biodiversidade para Alimentação e Nutrição” (Coradin *et al.* 2011; Vieira *et al.* 2016). No entanto, não há dados oficiais da produção de muitas destas espécies, o que dificulta desenvolver pesquisas direcionadas e estimar o valor econômico associado a elas.

Afora as plantas listadas pelo IBGE (2013) e pela Portaria Interministerial MMA/MDS (2016), mais 44 espécies de plantas silvestres já tiveram aspectos sobre a polinização estudados. Dentre elas, estão as espécies que produzem o abacaxi-do-cerrado (*Ananas ananassoides*), os araçás (*Psidium* spp., *Myrcia linearifolia*, *Eugenia stipitata*), o bacabi (*Oenocarpus mapora*), o cambuci (*Campomanesia phaea*), o camu-camu (*Myrciaria dubia*), a jurubeba (*Solanum paniculatum*), o piquiá (*Caryocarpus villosus*), a pitaya (*Hylocereus undatus*), a pitomba (*Talisia esculenta*) e a uvaia (*Eugenia pyriformis*); bem como espécies nativas de baunilha (*Vanilla* spp.), jabuticaba (*Plinia* spp.), maracujá (*Passiflora* spp.) e pitanga (*Eugenia* spp.).

Assim, este Relatório Temático apresenta o conhecimento sobre a polinização de 191 plantas cultivadas ou silvestres, dentre um total levantado de 289 plantas relacionadas à alimentação no Brasil. Esse montante inclui cerca de 326 espécies nativas ou introduzidas que são exploradas em escala comercial ou de forma extrativista. O serviço ecossistêmico de polinização prestado a estas plantas cultivadas e silvestres se encontra associado de maneira direta ou indireta ao produto primário utilizado, seja contribuindo para a produção de frutos e sementes ou para a produção de partes vegetativas, como palmito (*Euterpe edulis*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*).

No Brasil, o conhecimento sobre polinização de plantas ligadas à produção de alimentos começou a ser gerado no final de 1940, aumentando nas três décadas

4. www.mma.gov.br/images/noticias_arquivos/pdf/sociobio.pdf

seguintes (Figura 2). Cerca de 84% dos estudos foram publicados nos últimos 20 anos, em um momento de expansão da pesquisa em biologia da polinização no país. O conhecimento reunido vem de estudos realizados principalmente no Sudeste (36%), região que detém o maior valor de produção agrícola do Brasil (IBGE 2016). Por outro lado, o Centro-Oeste, que possui a maior área plantada dentre as regiões do país, é o que mais carece de estudos (9%). Para as regiões Nordeste, Sul e Norte, o conhecimento sobre a polinização de plantas cultivadas se encontra representado por 26%, 16% e 13% do total de estudos, respectivamente (Figura 3). Considerando os domínios fitogeográficos brasileiros, os estudos de polinização de espécies alimentícias têm sido efetuados principalmente em ambientes de Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga e, com menor frequência, na Amazônia, no Pampa e no Pantanal (Figura 3). Mais da metade do conhecimento sobre a polinização de plantas cultivadas no Brasil tem sido obtido por meio de estudos executados em áreas experimentais (51%), geralmente pertencentes a instituições de pesquisa, como universidades, instituições agropecuárias estaduais e a Embrapa. Áreas de cultivos comerciais representam 34% das localidades onde os estudos foram feitos. Estudos também têm sido conduzidos em unidades de conservação (7%) e em áreas onde ocorre a exploração extrativista das espécies (7%). A dimensão dos cultivos estudados variou de 0,0025 a 140 ha considerando áreas experimentais e de 0,015 a 3.600 ha para áreas de cultivo comercial.

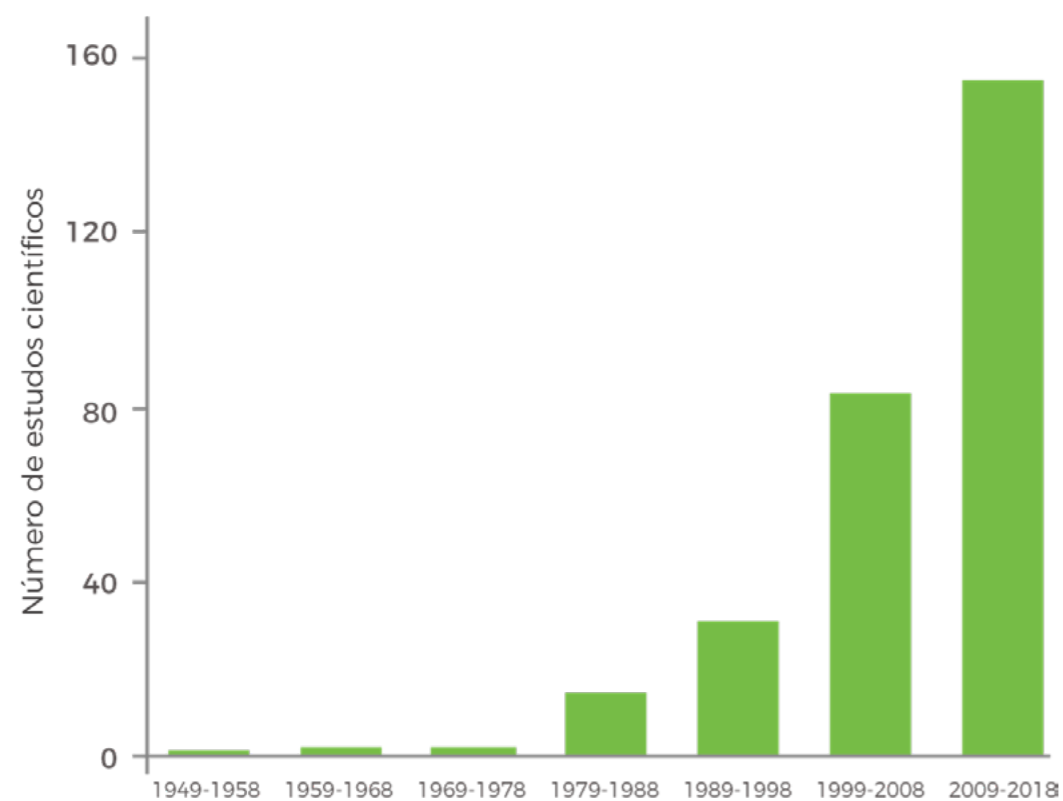


Figura 2. Distribuição temporal de 289 estudos científicos sobre polinização e polinizadores de plantas relacionadas à produção de alimentos no Brasil, publicados ao longo dos últimos 70 anos.

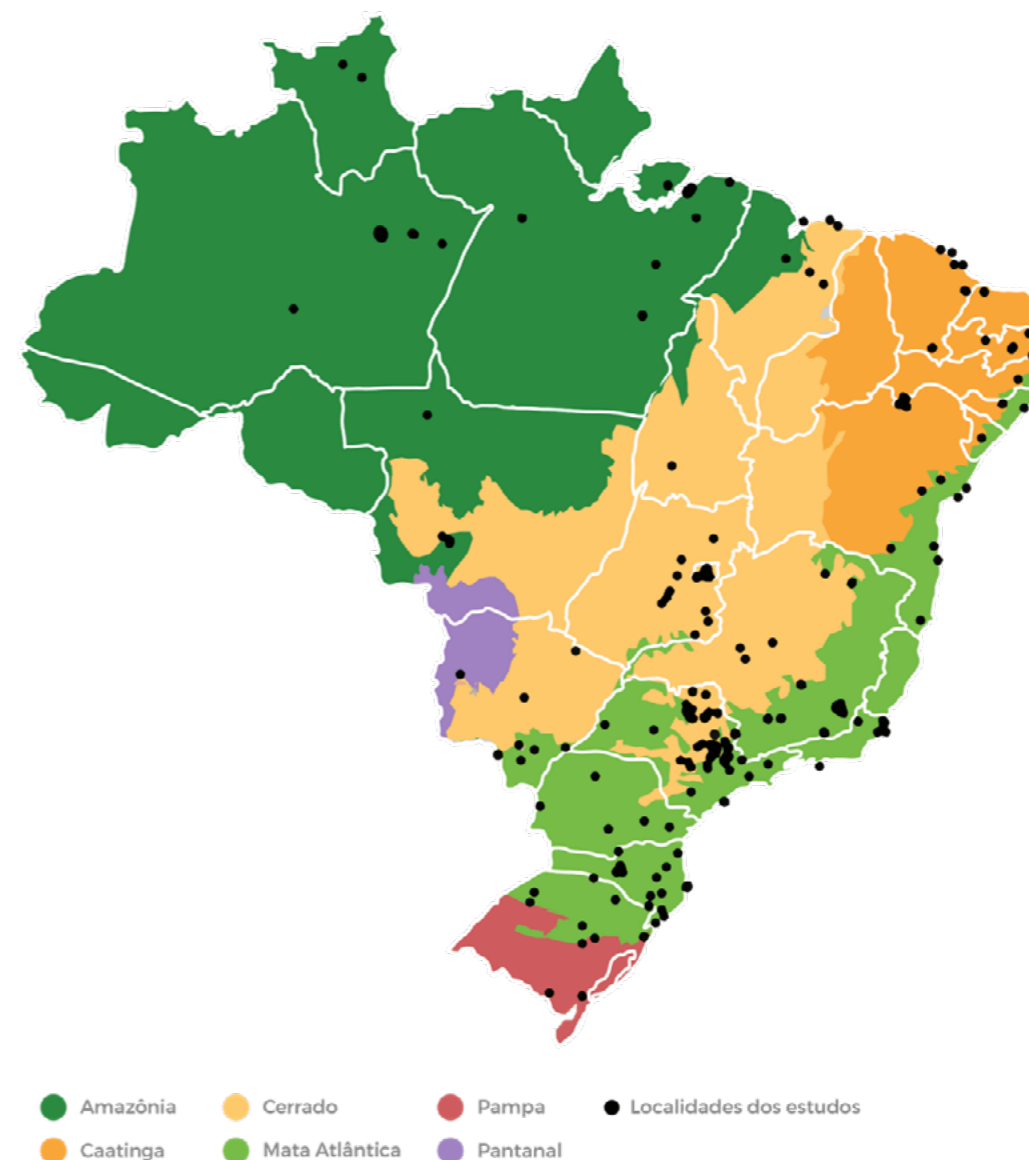


Figura 3. Distribuição geográfica de 273 pontos de ocorrência de estudos sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos (pontos pretos) ao longo das fitofisionomias representadas em diferentes cores no mapa do Brasil. As linhas brancas demarcam os Estados brasileiros.

2.2. Principais grupos de polinizadores e sistemas de polinização

O Brasil abriga uma grande riqueza de animais que proveem o serviço ecossistêmico de polinização. A relação de visitantes florais é conhecida para 144 (75%) plantas cultivadas ou silvestres utilizadas direta ou indiretamente na produção de alimentos, dentre as 191 para as quais se tem algum dado sobre a polinização. Esses visitantes florais somam 609 espécies distribuídas em 386 gêneros, 176 famílias e 25 ordens. Destas, apenas uma parcela é considerada polinizadora em 114 cultivos (60%), representando 249 espécies pertencentes a 133 gêneros, 43 famílias e nove ordens (Anexo III). Essa diversidade de animais compreende nove grupos de polinizadores: abelhas (66,3% das espécies de polinizadores), besouros (9,2%), borboletas (5,2%), mariposas

(5,2%), aves (4,4%), vespas (4,4%), moscas (2,8%), morcegos (2%) e hemípteros (0,4%). Contudo, estima-se que a diversidade seja maior uma vez que muitos dos animais ainda não estão identificados em nível taxonômico de espécie.

As abelhas formam o maior grupo de polinizadores e contemplam cerca de 48% do total de espécies identificadas como visitantes florais de cultivos vinculados à produção de alimentos. Estas espécies se encontram associadas a 132 (92%) cultivos, sendo reconhecidas como polinizadores de 91 deles e constituindo polinizadores exclusivos de 74. Cultivos com alto valor econômico, como soja (*Glycine max*), café (*Coffea arabica*), maçã (*Malus domestica*), cebola (*Allium cepa*), erva-mate (*I. paraguariensis*), melão (*Cucumis melo*), tomate (*Solanum lycopersicum*) e feijão (*Phaseolus* spp.), são polinizados por abelhas (Witter & Blochtein 2003; Siqueira *et al.* 2011a, 2012; Toledo *et al.* 2011; Malerbo-souza & Halak 2012; Milfont *et al.* 2013; Pires *et al.* 2014; Viana *et al.* 2014; Tschoeke *et al.* 2015; Barbosa & Sousa 2016; Saturni *et al.* 2016). A abelha social *Apis mellifera* e as abelhas nativas sem ferrão predominam nos registros como visitantes florais e polinizadores de cultivos relacionados à produção de alimentos. *Apis mellifera* está associada a 86 cultivos, sendo potencial polinizadora de 54, enquanto que as abelhas sem ferrão têm sido registradas como visitantes florais de 107 cultivos e como polinizadoras de 52, como é o caso do açaí (*Euterpe oleracea*) (Figura 4D e 5A).

As abelhas sem ferrão ligadas a esses cultivos compreendem 101 espécies, das quais 41 são reconhecidas como polinizadoras e 12 já tiveram seu manejo testado em áreas de cultivo para suplementar o serviço ecossistêmico de polinização. Em geral, a suplementação de colônias de abelhas sem ferrão em áreas agrícolas tem mostrado importante efeito positivo na produção em determinados cultivos (ver 2.4). Por outro lado, vários cultivos necessitam da polinização por outras espécies de abelhas com características específicas não presentes nas abelhas sociais – *A. mellifera* e abelhas sem ferrão. A aceroleira (*Malpighia emarginata*), o maracujazeiro (*Passiflora edulis*) e a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), por exemplo, requerem abelhas de porte corporal médio a grande e especializadas na coleta de recursos ofertados por essas espécies para que haja a formação de frutos e sementes (Freitas *et al.* 1999; Gaglianone *et al.* 2010; Cavalcante *et al.* 2012; Vilhena *et al.* 2012; Cobra *et al.* 2015; Oliveira *et al.* 2015; Junqueira & Augusto 2017). As flores da aceroleira (*M. emarginata*), bem como as do muricizeiro (*Byrsonima* spp.), guardam uma particularidade ainda maior, uma vez que precisam de um grupo restrito de abelhas solitárias dos gêneros *Centris* e *Epicharis*, que coletam óleos produzidos pelas flores desses cultivos, ao mesmo tempo em que promovem a polinização (Garófalo *et al.* 2012; Vilhena *et al.* 2012). Já as flores de tomate (*S. lycopersicum*), berinjela (*Solanum melongena*) e pimentão (*Capsicum annuum*), são polinizadas adequadamente por certas abelhas que, quando pousadas na flor, têm a capacidade de transmitir vibrações por meio da contração de musculatura torácica, liberando o pólen das flores (Faria Júnior *et al.* 2008; Nunes-Silva *et al.* 2010, 2013; Patricio *et al.* 2012; Silva-Neto *et al.* 2017). Esse serviço é realizado por abelhas sociais dos gêneros *Melipona* (dentre elas as mandaçaias, uruçus, jandaíras, manduris) e *Bombus*, e por várias espécies de abelhas solitárias (Luca &

Vallejo-Marín 2013). Outra especificidade na polinização por abelhas é encontrada em alguns cultivos que carecem de abelhas noturnas e crepusculares para a produção de frutos e sementes. Espécies dos gêneros *Megalopta*, *Megommation* e *Ptiloglossa* são de hábito noturno ou crepuscular e não são encontradas em atividade durante o dia, ao contrário da grande maioria das abelhas (Carneiro & Martins 2012; Cordeiro *et al.* 2017). Nos cultivos de cajá (*Spondias mombin*), cambuci (*C. phaea*) (Figura 6D), guaraná (*Paullinia cupana*) e muriri (*Mouriri guianensis*), cujas flores abrem antes do amanhecer, estas abelhas são polinizadores importantes (Carneiro & Martins 2012; Krug *et al.* 2015; Oliveira *et al.* 2016; Cordeiro *et al.* 2017). A polinização das flores das orquídeas (*Vanilla* spp.) que produzem baunilha também é feita por abelhas específicas. Somente algumas abelhas-das-orquídeas, pertencentes ao gênero *Eulaema*, são consideradas polinizadores das flores da baunilha (*Vanilla* spp.), embora o conhecimento sobre a polinização deste cultivo ainda seja escasso no Brasil (Anjos *et al.* 2016). Portanto, em muitos casos – como os citados acima –, a presença apenas de *A. mellifera* ou de abelhas sem ferrão não é suficiente para a polinização adequada e de qualidade dos cultivos (Garibaldi *et al.* 2013).

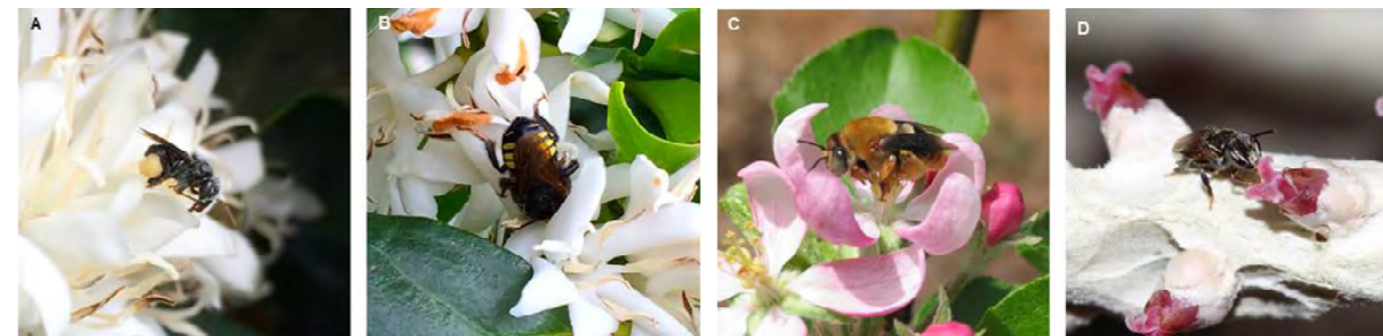


Figura 4. **A)** Abelha canudo (*Scaptotrigona* aff. *depilis*) com carga polínica na perna traseira ao visitar flores do cafeeiro (*Coffea arabica*) (foto de Adrian Gonzalez); **B)** Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) coletando néctar em flor do cafeeiro (*Coffea arabica*) (foto de Adrian Gonzalez); **C)** Espécie de *Centris* visitando flor de maçã (*Malus domestica*) (foto de Catalina Angel); **D)** Abelha mosquito (*Plebeia minima*) visitando flor do açaí (*Euterpe oleracea*) (foto de Cristiano Menezes).

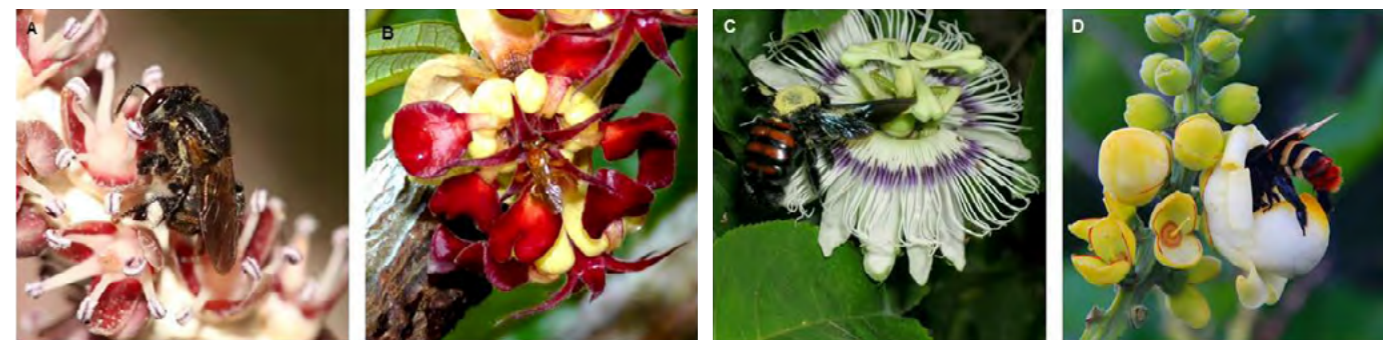


Figura 5. **A)** Abelha benjoim (*Scaptotrigona* aff. *postica*) coletando recursos em flor de açaí (*Euterpe oleracea*) (foto de Cristiano Menezes); **B)** Abelha olho de vidro (*Trigona pallens*) em flor de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pousada sobre o estigma no centro da flor (foto de Marcia Maués); **C)** Mamangava (*Xylocopa frontalis*) visitando flor do maracujazeiro (*Passiflora edulis*) (foto de Gabriel Melo); **D)** Abelha-das-orquídeas (*Eulaema bombiformis*) visitando flor da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) (foto de Ronaldo Rosa).



Figura 6. A) Abelha urucu (*Melipona scutellaris*) exibindo o comportamento de vibração nas anteras poricidas da flor do urucuzeiro (*Bixa orellana*) e abelhas moça branca (*Frieseomelitta doederleini*) coletando resquídeos de pólen caído sobre as pétalas (foto de Celso F. Martins); **B)** Espécie de halictídeo prestes a visitar a flor do urucuzeiro (*Bixa orellana*) (foto de Celso F. Martins); **C)** Abelha moça branca (*Frieseomelitta doederleini*) coletando pólen em flor de cajazeiro (*Spondias mombin*) (foto de Celso F. Martins); **D)** Abelha crepuscular (*Ptiloglossa latecalcarata*) visitando a flor do cambuci (*Campomanesia phaea*) (foto de Guaraci Cordeiro).

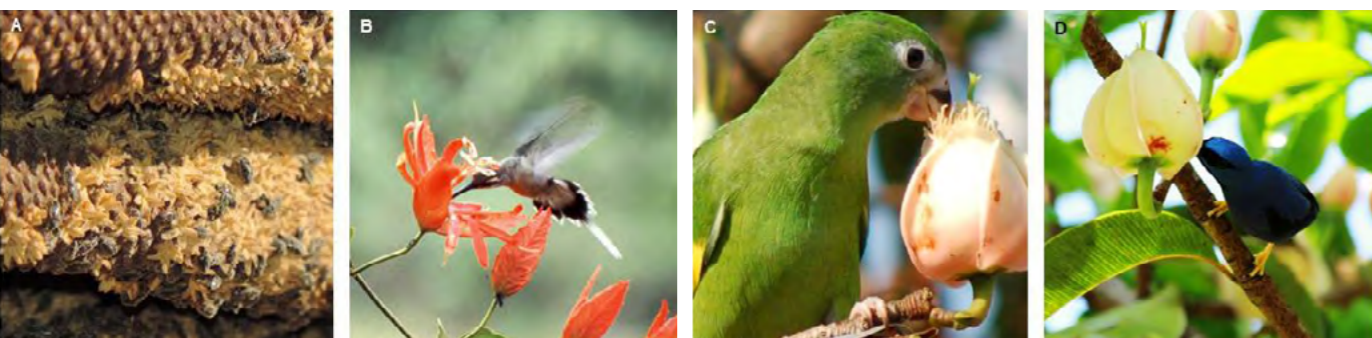


Figura 7. A) Indivíduos do gorgulho (*Elaeidobius singular*) visitando a inflorescência do dendzeiro (*Elaeis guineensis*) (ver formas alongadas em tons marrons sobre as anteras claras) (foto de Marcia Maués); **B)** Beija-flor rabo-branco-de-bigodes (*Phaethornis superciliosus*) visitando flor do maracujá-poranga (*Passiflora coccinea*) (foto de Erich Fischer); **C)** Periquito-de-asa-dourada (*Brotogeris chrysoptera*) (foto de Urano Carvalho) e **D)** Saí-de-perna-amarela (*Cyanerpes caeruleus*) visitando e se alimentando em flor do bacurizeiro (*Platonia insignis*) (foto de Ronaldo Rosa).

Os besouros também são bastante representativos dentre os grupos de visitantes florais, promovendo a polinização em diversos cultivos enquanto se reproduzem nas flores ou se alimentam de partes florais (Maia *et al.* 2012). Os besouros estão relacionados à polinização de 43% (62) das plantas cultivadas, sendo polinizadores de 24 (17%) e polinizadores exclusivos de 15 delas. Ao todo 77 espécies e 103 gêneros de besouros já foram registrados como visitantes florais em plantas associadas à produção de alimentos, havendo muitas espécies ainda não identificadas. Um total de 23 espécies e 27 gêneros de besouros é considerado como polinizador importante de inúmeros cultivos no país. Dentre estes, estão alguns gorgulhos (Curculionidae), vaquinhas (*Dia-brotica*) e escaravelhos dinastíneos (*Cyclocephala*). Os besouros participam da polinização de várias palmeiras de grande relevância econômica, como as que produzem o açaí (*E. oleracea*) e o dendê (*Elaeis guineensis*) (Figura 7A), ou com elevado potencial para expansão comercial, como o babaçu (*Attalea speciosa*), o bacabi (*O. mapora*), o buriti (*Mauritia flexuosa*), o caiaué (*Elaeis oleifera*), a macaúba (*Acrocomia aculeata*), o ouricuri (*Attalea phalerata*), o palmito-tucum (*Bactris glaucescens*) e o tucumã (*Astrocaryum vulgare*) (Silva *et al.* 1987; Anderson *et al.* 1988; Scariot *et al.* 1991; Storti 1993;

Küchmeister *et al.* 1997; Oliveira *et al.* 2003; Moura *et al.* 2008; Fava *et al.* 2011; Rosa & Koptur 2013; Mendes *et al.* 2016). Os besouros também contribuem para a polinização de abóbora (*Cucurbita mixta*) (Malerbo-Souza & Halak 2010b), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) (Maués *et al.* 2000), melancia (*Citrullus lanatus*) (Malerbo-Souza *et al.* 1999), pera (*Pyrus communis*) (Faoro & Orth 2015) e quiabo (*Abelmoschus esculentus*) (Malerbo-Souza & Halak 2009) e são essenciais à produção de frutos e sementes nas espécies de anonáceas, nas quais se incluem a pinha ou fruta-do-conde (*Annona squamosa*), os araticuns (*Annona* spp.) e o marolo (*Annona crassiflora*) (Gottsberger 1989; Kiill & da Costa 2003; Paulino-Neto 2014; Costa *et al.* 2017).

As moscas são visitantes florais de 38% (55) das plantas cultivadas e silvestres e consideradas polinizadores de sete delas, englobando algumas de alto valor econômico, como o cacauzeiro (*Theobroma cacao*) e a mangueira (*Mangifera indica*) (Wirth 1991; Sousa *et al.* 2010). Foram registradas 34 espécies e 36 gêneros de moscas como visitantes florais e apenas sete espécies e seis gêneros de moscas são conhecidos por garantir a polinização dessas plantas no país. A polinização do cacauzeiro (*T. cacao*) é um exemplo em que a atuação de moscas é importante para a produção. O cacau (*T. cacao*) é produzido, exclusivamente, pela polinização por pequenas moscas pertencentes ao gênero *Forcipomyia* (Soria *et al.* 1982; Wirth 1991). A maioria das moscas que proveem o serviço ecossistêmico de polinização no Brasil são sirfídeos (*Ornidia*, *Palpada* e *Toxomerus*), que colaboram para a produção de cambuíva, manga (*M. indica*), pera (*P. communis*) e pimentão (*C. annuum*) (Gressler *et al.* 2006; Faria Júnior *et al.* 2008; Siqueira 2008; Sousa *et al.* 2010). Em geral, pouco se sabe sobre a atuação desses insetos como polinizadores, sendo muitas vezes negligenciados devido à falta de especialistas na identificação do grupo.

As vespas visitam as flores de 37% (53) dos cultivos, participando da polinização de cinco deles: a aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), a mangueira (*M. indica*), a pereira (*P. communis*) e o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) (Nadia *et al.* 2007a; Siqueira 2008; Almeida *et al.* 2011; Cesário & Gaglianone 2013; Faoro & Orth 2015). Ao todo, 44 espécies e 23 gêneros de vespas são visitantes florais desses cultivos, sendo 11 espécies e oito gêneros conhecidos como polinizadores. Dentre estas, estão as vespas-caboclas (*Polistes* spp.) e outros marimbondos dos gêneros *Protonectarina*, *Polybia* e *Brachygastra*, como enxús e lechiguanas.

As borboletas estão associadas a 31% (45) dos cultivos como visitantes florais e polinizam quatro deles: laranjeira (*Citrus sinensis*), mangabeira (*Hancornia speciosa*), pereira (*P. communis*) e abacaxizeiro-do-cerrado (*A. ananassoides*) (Darrault & Schlindwein 2005; Stahl *et al.* 2012; Malerbo-Souza & Halak 2013; Faoro & Orth 2015). Ao todo, são 40 espécies e 31 gêneros de borboletas como visitantes florais e 14 espécies e 11 gêneros como polinizadores. Já as mariposas são visitantes florais de 12 (8%) cultivos e cooperam para a polinização de quatro deles – pequiizeiro (*Caryocar brasiliensis*), piquiizeiro (*C. villosum*), jaracatiizeiro (*Jacaratia spinosa*) (Gribel & Hay 1993; Piratelli *et al.* 1998; Martins & Gribel 2007) e mangabeira (*H. speciosa*), atuando como o principal polinizador deste último

(Darrault & Schlindwein 2005). Um total de 20 espécies e 15 gêneros de mariposas é considerado visitante floral desses cultivos, porém apenas 13 espécies e 10 gêneros foram identificados como polinizadores, incluindo principalmente os esfingídeos.

As formigas também estão dentre os insetos que visitam flores. Apesar de, ao todo, 38 espécies e 23 gêneros de formigas estarem relacionadas a 26% (37) dos cultivos, não há registro de sua atuação como polinizadores de plantas utilizadas na produção de alimentos no Brasil. No entanto, a polinização por formigas tem sua importância para várias outras espécies vegetais (Ibarra-Isassi & Sendoya 2016; Domingos-Melo *et al.* 2017). Outros artrópodes terrestres visitam flores, mas raramente atuam na polinização, como é o caso de espécies de aranhas, baratas, cigarrinhas, gafanhotos e tripes. Dentre esses outros grupos de visitantes florais, os hemípteros já foram registrados em 21% (30) das plantas cultivadas e silvestres, sendo *Discocoris drakei* a única espécie reconhecida como polinizador. Este hemíptero está associado à produção do bacabi (*O. mapora*), partilhando com abelhas e besouros a provisão do serviço ecossistêmico de polinização nesse cultivo (Oliveira *et al.* 2002).

Dentre os vertebrados que exercem a polinização atrelada à produção de alimentos estão aves e morcegos. Outros vertebrados utilizam igualmente recursos oferecidos por flores, como as cuícas (*Caluromys lanatus* e *Caluromys philander*) que são também mamíferos. Esses animais visitam as flores do pequi (*C. brasiliensis*) (Martins & Gribel 2007), porém seu papel como polinizadores de cultivos ainda não foi reportado. Aves como beija-flores, pássaros, periquitos e maritacas são visitantes florais de 8% (12) das plantas silvestres e cultivadas e polinizam três destes: abacaxi-do-cerrado (*A. ananassoides*), bacurizeiro (*Platonia insignis*) e maracujá-poranga (*Passiflora coccinea*) (Figura 7B) (Maués & Venturieri 1996; Storti 2002; Stahl *et al.* 2012). No total, 36 espécies e 28 gêneros de aves visitam as flores dessas plantas. Os beija-flores compreendem 13 espécies e oito gêneros de visitantes florais de dez destas plantas e são os polinizadores do abacaxi-do-cerrado (*A. ananassoides*) e do maracujá-poranga (*P. coccinea*) (Storti 2002; Stahl *et al.* 2012). Estes cultivos têm como polinizadores o beija-flor-de-frente-violeta (*Thalurania glaucopis*), o beija-flor-dourado (*Hylocharis chrysura*), o rabo-branco-de-bigodes (*Phaethornis superciliosus*) (Figura 7B) e uma espécie do gênero *Amazilia*. Dentre os pássaros visitantes florais, estão 20 espécies e 17 gêneros relacionados a quatro cultivos: bacuri (*P. insignis*) (Figura 7C e 7D), goiaba-serrana (*Acca sellowiana*), jaracatiá (*J. spinosa*) e pequi (*C. brasiliensis*) (Gribel & Hay 1993; Maués & Venturieri 1996; 1997; Ducroquet & Hickel 1997; Piratelli *et al.* 1998; Melo 2001). O bacurizeiro (*P. insignis*) é polinizado exclusivamente por pássaros, periquitos e maritacas, sendo cinco espécies de pássaros – pipira-vermelha (*Ramphocelus carbo*), sai-de-perna-amarela (*Cyanerpes caeruleus*), sanhaços (*Thraupis episcopus* e *Thraupis palmarum*) e xexéu (*Cacicus cela*) –, duas espécies de periquitos – periquito-de-asa-dourada (*Brotogeris chrysopterus*) (Figura 7C) e periquitão-maracanã (*Aratinga leucophthalmus*) – e uma espécie de maritaca – marianinha-de-cabeça-amarela (*Pionites leucogaster*) (Maués & Venturieri 1996) –, sendo que esta última se encontra listada como ameaçada de extinção, segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Os morcegos estão associados a 3% (4) dos cultivos, contribuindo para a polinização de três: pequi (*C. brasiliensis*), piquizeiro (*C. villosum*) (Gribel & Hay

1993; Martins & Gribel 2007; Coelho *et al.* 2013) e jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigono-carpa*), sendo os polinizadores exclusivos deste último (Gibbs *et al.* 1999). Esses cultivos são polinizados por cinco espécies de morcegos: *Anoura geoffroyi*, *Carollia perspicillata*, *Glossophaga soricina*, *Phyllostomus discolor* e *Platyrrhinus lineatus*.

Embora a maioria das plantas cultivadas e silvestres necessite do serviço ecossistêmico de polinização provido por animais, algumas delas são polinizadas em parte ou integralmente pela ação do vento (Rech *et al.* 2014b). Nas palmeiras que produzem o babaçu (*A. speciosa*), o coco (*Cocos nucifera*) e o buriti (*M. flexuosa*), a polinização, além de ser realizada por animais, também é garantida pelo vento (Anderson *et al.* 1988; Conceição *et al.* 2004; Rosa & Koptur 2013; Rech *et al.* 2014b). Um efeito secundário do vento contribuindo para a polinização por animais já foi registrado na produção de café (*C. arabica*), cajá (*S. mombin*), goiaba (*Psidium guajava*), manga (*M. indica*), mamona (*Ricinus communis*), morango (*Fragaria x ananassa*), pera (*P. communis*) e uva (*Vitis labrusca*) (Carvalho & Krug 1949; Sousa *et al.* 2010; Faoro & Orth 2011; Oliveira *et al.* 2012b; Rizzardo *et al.* 2012; Witter *et al.* 2012; Nunes *et al.* 2016). Cultivos que pertencem à família das gramíneas e possuem alto valor econômico, como arroz (*Oryza* spp.), aveia (*Avena sativa*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), cevada (*Hordeum vulgare*), milho (*Zea mays*) e trigo (*Triticum* spp.), são polinizados exclusivamente pelo vento, em que pese o fato de as abelhas coletarem pólen nas flores dessas plantas (Carvalho *et al.* 2014a). A pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) e outras pimentas do gênero *Piper* dependem igualmente do vento para a produção de sementes, bem como as araucárias (*Araucaria angustifolia*), para a produção do pinhão (Rech *et al.* 2014b). Contudo, poucos estudos foram realizados no Brasil sobre o sistema de polinização pelo vento (Rech *et al.* 2014b).

Apesar de determinadas particularidades no requerimento de polinizadores, a produção de alimentos proveniente desse conjunto de plantas cultivadas e silvestres – e de outras espécies nativas que ainda possam ser amplamente utilizadas direta ou indiretamente na alimentação no Brasil (Pereira *et al.* 2003; Shanley *et al.* 2010; Coradin *et al.* 2011; Vieira *et al.* 2016) – pode ser beneficiada por medidas de conservação que contemplem toda a diversidade de polinizadores. Entretanto, as lacunas de conhecimento sobre essa diversidade e sobre a atuação das espécies como promotoras do serviço ecossistêmico de polinização ainda persistem mesmo após uma ampla expansão e o incremento de pesquisas em polinização nos últimos anos. Dentre as deficiências, se destaca o chamado “impedimento taxonômico”, definido como a insuficiência de informações taxonômicas sobre a biodiversidade, o que afeta a identificação das espécies e o aumento do conhecimento sobre a diversidade de animais envolvidos com o serviço ecossistêmico de polinização no país (Oliveira *et al.* 2012a).

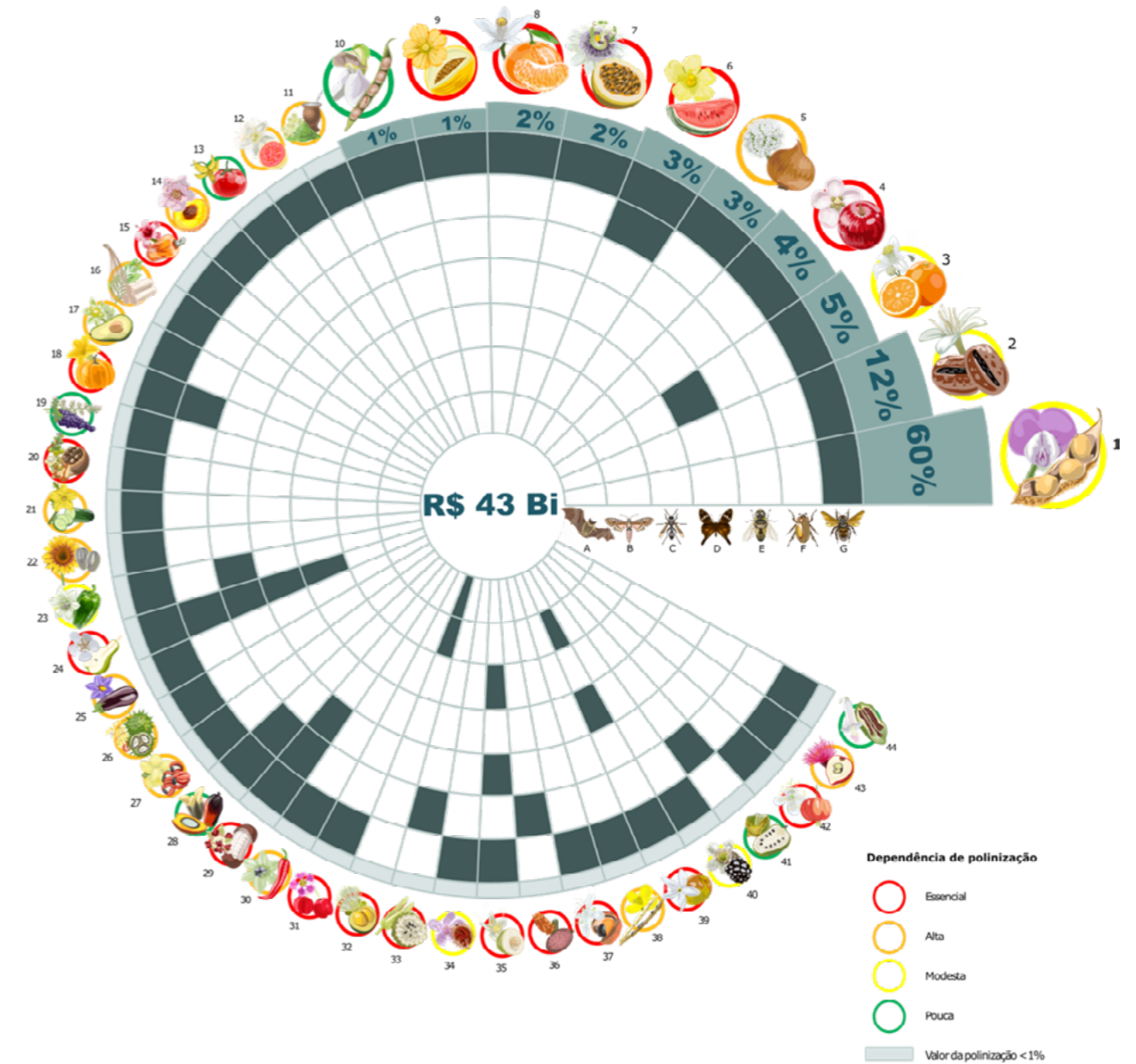
2.3. Dependência e valoração do serviço ecossistêmico de polinização

A maioria das espécies vegetais, incluindo a maior parte das plantas cultivadas, não apresenta autopolinização e tampouco é passível de frutificação na ausência de polinizadores. Além da frutificação em si, a polinização cruzada – ou seja, a transferência de pólen entre diferentes indivíduos de plantas da espécie – pode melhorar a qualidade dos

frutos e sementes produzidos e ampliar a variabilidade genética, o que contribui para que os cultivos se tornem menos susceptíveis a pragas e patógenos. Ademais, mesmo em espécies capazes de autopolinização, a presença de animais polinizadores tende a impulsionar a produção, tanto em quantidade como em qualidade. Por exemplo, a intervenção de polinizadores em cultivos de café (*C. arabica*) favorece um aumento de 30% no rendimento dessa cultura (Hipólito *et al.* 2018). A dependência de polinização é definida pelo quanto da produção é incrementada pela ação de polinizadores. Esta dependência pode variar gradativamente de ausente (para aquelas plantas que possuem alta capacidade de se autopolinizar e/ou produzir frutos sem polinizadores) a pouca, modesta, alta ou essencial (Klein *et al.* 2007; Giannini *et al.* 2015b). Assim, a importância dos polinizadores para a produção agrícola varia entre os diferentes cultivos.

Das 191 plantas cultivadas e silvestres relacionadas à alimentação no Brasil para as quais existem informações acerca do serviço ecossistêmico de polinização associado, é possível inferir, para 91 delas, a classe de dependência de polinizadores. As taxas de dependência (TD) são descritas a partir de quatro faixas de incremento definidas por Gallai e Vaissière (2009): 1) essencial (TD = 0,95): incremento de 90% a 100% na produção com a ação de polinizadores; 2) alta (TD = 0,65): 40% a 90%; 3) modesta (TD = 0,25): 10% a 40%; 4) pouca (TD = 0,05): 0% a 10%. Para 35% (32) dos cultivos, o serviço ecossistêmico de polinização é essencial, como é o caso da produção de abóbora (*Cucurbita* spp.), acerola (*M. emarginata*), cajá (*S. mombin*) (Figura 6C), caju (*Anacardium occidentale*), castanha-do-brasil (*B. excelsa*) (Figura 5D), cupuaçu (*T. grandiflorum*) (Figura 5B), maçã (*M. domestica*) (Figura 4C), maracujá (*P. edulis*) (Figura 5C), melancia (*C. lanatus*), melão (*C. melo*), pequi (*C. brasiliensis*), pinha (*A. squamosa*) e tangerina (*Citrus reticulata*). Os cultivos que apresentam alta dependência de polinizadores contabilizam 24% (22), incluindo abacate (*Persea americana*), ameixa (*Prunus salicina*), baunilha (*Vanilla* spp.), berinjela (*S. melongena*), canola (*Brassica napus*), cebola (*A. cepa*), erva-mate (*I. paraguayensis*), girassol (*Helianthus annuus*), goiaba (*P. guajava*), guaraná (*P. cupana*), jambo (*Syzygium malaccense*), palmito (*E. edulis*), pepino (*Cucumis sativus*), pêssago (*Prunus persica*), entre outros. Muitos desses cultivos caracterizados por uma dependência essencial e alta necessitam de animais polinizadores nativos, ainda não manejados (ver 2.2). Um total de 10% (9) dos cultivos tem dependência modesta dos polinizadores, como amora (*Rubus* sp.), café (*C. arabica*), soja (*G. max*), laranja (*C. sinensis*) e pimentão (*C. annuum*); e 7% (6) estão na faixa de pouca dependência, como ocorre com feijão (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*S. lycopersicum*) e uva (*V. labrusca*).

A partir das taxas de dependência também é possível estimar o valor monetário referente ao serviço ecossistêmico de polinização associado aos cultivos. Para calcular o valor da polinização multiplica-se a taxa de dependência pelo valor da produção anual de um determinado cultivo (Gallai & Vaissière 2009). O valor de produção anual está disponível para 67 plantas, o que permite estimar que o valor do serviço ecossistêmico de polinização para a produção de alimentos no país gira em torno de R\$ 43 bilhões anuais (cálculo feito para 2018). Quatro cultivos de grande importância agrícola, detentores dos maiores valores anuais de produção – soja (*G. max*), café (*C. arabica*), laranja (*C. sinensis*) e maçã (*M. domestica*) –, representam 80% desta quantia (Figura 8).



Grupo de polinizadores	Plantas cultivadas e de uso estratêgicamente ligadas à produção de alimentos no Brasil (ordem decrescente de valor da polinização)				
A - morcegos	01 - soja (<i>Glycine</i>)	11 - erva-mate (<i>Ilex paraguayensis</i>)	21 - pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	31 - acerola (<i>Malpighia emarginata</i>)	41 - graviola (<i>Annona muricata</i>)
B - mariposas	02 - café (<i>Coffea</i> spp.)	12 - goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	22 - girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	32 - pequi (<i>Caryocar brasiliense</i>)	42 - pitanga (<i>Eugenia</i> spp.)
C - vespas	03 - laranja (<i>Citrus sinensis</i>)	13 - tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	23 - pimentão (<i>Capiscum annuum</i>)	33 - pinha (<i>Annona squamosa</i>)	43 - jambo (<i>Syzygium malaccense</i>)
D - borboletas	04 - maçã (<i>Malus domestica</i>)	14 - pêssago (<i>Prunus persica</i>)	24 - pera (<i>Pyrus communis</i>)	34 - urucum (<i>Bixa orellana</i>)	44 - gergelim (<i>Sesamum indicum</i>)
E - moscas	05 - cebola (<i>Allium cepa</i>)	15 - caju (<i>Anacardium occidentale</i>)	25 - berinjela (<i>Solanum melongena</i>)	35 - umbu (<i>Spondias tuberosa</i>)	
F - besouros	06 - melancia (<i>Citrullus lanatus</i>)	16 - palmito (<i>Betelpeadulis</i>)	26 - mamona (<i>Ricinus communis</i>)	36 - buriti (<i>Mauritia flexosa</i>)	
G - abelhas	07 - maracujá (<i>Passiflora edulis</i>)	17 - abacate (<i>Persea americana</i>)	27 - guaraná (<i>Poulinia cupana</i>)	37 - copaba (<i>Copaifera langsdorffii</i>)	
	08 - tangerina (<i>Citrus reticulata</i>)	18 - abóbora (<i>Cucurbita</i> spp.)	28 - dendê (<i>Stylosanthes</i>)	38 - canola (<i>Brassica napus</i>)	
	09 - melão (<i>Cucumis melo</i>)	19 - uva (<i>Vitis labrusca</i>)	29 - cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	39 - manga (<i>Mangifera indica</i>)	
	10 - feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	20 - castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	30 - pimenta (<i>Capiscum chinense</i>)	40 - amora (<i>Rubus</i> sp.)	

Figura 8. Valoração do serviço ecossistêmico de polinização distribuído entre 44 plantas cultivadas e silvestres (sentido anti-horário, ordem decrescente) de interesse econômico no Brasil, para as quais há informação disponível sobre o valor anual da produção (t), a produção incrementada por polinizadores (taxa de dependência - TD > 0; Gallai & Vaissiere 2009) e o(s) grupo(s) de polinizadores associado(s). As porcentagens indicadas, portanto, mostram a contribuição de cada cultivo para o valor total estimado do serviço de polinização (R\$ 43 bilhões). As espécies vegetais sem percentual assinalado representam menos de 1% do valor total estimado. A TD de cada cultivo é demonstrada pela cor do círculo ao redor da imagem correspondente à cada cultura: vermelho = essencial; laranja = alta; amarelo = modesta; verde = pouca. A porção central do gráfico indica grupos de polinizadores associados: morcegos, mariposas, vespas, borboletas, moscas, besouros e abelhas.

2.4. Déficit na polinização e ganhos com manejo de polinizadores: custos sociais, econômicos e ambientais da polinização suplementar

O déficit na polinização das plantas cultivadas ou silvestres se refere à transferência inadequada ou insuficiente de pólen, o que limita a quantidade e/ou a qualidade da produção de frutos e o seu rendimento econômico (Vaissière *et al.* 2011). A transferência inadequada de pólen pode ser causada pela falta de compatibilidade entre a morfologia floral e o tamanho do polinizador. Além disso, a produção de pólen e a atratividade das flores aos polinizadores são afetadas por fatores ambientais como solo, temperatura, umidade, luz e radiação. Por fim, fatores ligados à paisagem em torno do cultivo podem propiciar, ou não, a manutenção de populações de polinizadores (ver 4.1.2). Levando esses aspectos em consideração, assim como a dependência que cada cultivo tem de polinizadores, é possível obter um contexto ambiental favorável para minimizar o déficit de polinização em agroecossistemas. Um protocolo para detectar e avaliar déficits na polinização em sistemas agrícolas foi desenvolvido pela FAO-ONU em 2008 (Vaissière *et al.* 2011), porém foi aplicado para poucos cultivos no Brasil (< 10, dados compilados em Garibaldi *et al.* 2016).

O manejo adequado de polinizadores é uma alternativa para incrementar a produção agrícola e suprimir o déficit na polinização em plantas cultivadas. A abelha africanizada *A. mellifera* é a espécie de polinizador mais amplamente utilizada no mundo para suplementar a polinização em áreas agrícolas, pelo manejo bem conhecido e por sua abundância. No entanto, sua atuação como polinizador é inadequada ou ineficiente em vários cultivos, que demandam o manejo de polinizadores específicos para uma produção bem-sucedida (ver 2.2). No Brasil, poucas espécies nativas de polinizadores são manejadas e, na maioria dos casos, a observação e a avaliação de seu uso têm sido feitas por meio de experimentos de pesquisa. Para 16 espécies de polinizadores nativos existe evidência de que o manejo contribui para a produção de 13 cultivos, como, por exemplo, as abelhas *Centris analis* na acerola (*M. emarginata*) (Magalhães & Freitas 2013), *Melipona fasciculata* na berinjela (*S. melongena*) (Nunes-Silva *et al.* 2013), *Melipona quadrifasciata* no café (*C. arabica*) (Figura 4B) (Nogueira-Neto *et al.* 1959), *Plebeia emeryna* e *Tetragonisca fiebrigi* na canola (*B. napus*) (Witter *et al.* 2015), *Partamona cupira* e *Melipona subnitida* na goiaba (*P. guajava*) (Alves & Freitas 2006), *M. quadrifasciata* na maçã (*M. domestica*) (Viana *et al.* 2014), *Xylocopa frontalis* no maracujá (*P. edulis*) (Figura 5C) (Freitas & Oliveira-Filho 2003; Junqueira & Augusto 2017), *Tetragonisca angustula*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Plebeia nigriceps* no morango (*F. x ananassa*) (Malagodi-Braga & Peixoto Kleinert 2004; Antunes *et al.* 2007; Roselino *et al.* 2009; Witter *et al.* 2012), *Plebeia remota* no palmito (*E. edulis*) (Dorneles *et al.* 2013), *Scaptotrigona* sp. e *Nannotrigona testaceicornis* no pepino (*C. sativus*) (Santos *et al.* 2008), *M. quadrifasciata* e *Melipona scutellaris* no pimentão (*C. annuum*) (Cruz *et al.* 2005; Faria Júnior *et al.* 2008; Roselino *et al.* 2010) e *M. quadrifasciata* no tomate (*S. lycopersicum*) (del Sarto *et al.* 2005; Santos *et al.* 2009; Bartelli & Nogueira-Ferreira 2014) e os besouros *Elaeodobius kamerunicus* e *Elaeodobius subvittatus* no dendê (*E. guineensis*) (Moura *et al.* 2008). Outra forma de manejo de polinizadores é a aplicação de atrativos nos cultivos, que consiste na utilização

de essências e extratos florais na área cultivada, com o objetivo de atrair animais polinizadores (Silva *et al.* 2002; Silva & Malerbo-Souza 2003). Contudo, essa prática tem sido pouco avaliada e os estudos existentes, realizados em cultivo de abacate (*P. americana*), não apontam eficácia na atração nem no incremento da produção (Silva *et al.* 2002; Silva & Malerbo-Souza 2003). O déficit no serviço ecossistêmico de polinização tem efeito na redução da produção de alimentos, o que pode, entre outras consequências, levar à ampliação da área cultivada a fim de compensar esta redução e atender uma maior demanda produtiva. Essa tendência de aumento do uso da terra para produção agrícola tem sido particularmente evidenciada em países em desenvolvimento e pode desencadear a perda de polinizadores e gerar quantidades de alimentos insuficientes para o provimento humano (Aizen & Harder 2009; Imperatriz-Fonseca *et al.* 2012a). Uma diminuição das populações de polinizadores já foi detectada em várias partes do mundo, como é o caso de *A. mellifera* e de espécies do gênero *Bombus* no hemisfério Norte (Buchmann & Nabham 1996; Kearns *et al.* 1998; Biesmeijer 2006; Goulson *et al.* 2008; Potts *et al.* 2010; Cameron *et al.* 2011). No Brasil, a falta de monitoramento de polinizadores em longo prazo dificulta a avaliação da manutenção de suas populações, embora o declínio, por questões climáticas, já tenha sido previsto em estudos de modelagem (Giannini *et al.* 2017) e detectado como consequência da alteração de habitats (ver 4.3).

3. Diversidade biocultural e valores socioculturais dos polinizadores

Os polinizadores também são valorizados na arte, na música, na literatura e na religião como fonte de inspiração. Em alguns países, são símbolos nacionais, como é o caso da Jamaica (beija-flor *Trochilus polytmus*) e o Sri Lanka (borboleta *Troides darsius* - IPBES 2016). Diversos polinizadores – como abelhas, mariposas, vespas, entre outros – fazem parte do folclore mundial, figurando em contos, fábulas, costumes e tradições populares (IPBES 2016). No Brasil, é escassa a informação sobre o conhecimento biocultural acerca do papel de polinizadores na produção de alimentos. Por exemplo, Pinto e colaboradores (2016) relatam a importância de animais na polinização do pequi (*C. brasiliensis*) por uma comunidade quilombola e nos aspectos culturais das comunidades tradicionais, de maneira geral. Já os trabalhos de Posey tratam do conhecimento dos Kayapó sobre as abelhas (Posey 1983; Posey & Camargo 1985). Para estes indígenas, a organização social e política dos homens é baseada na organização social das abelhas. Posey descreveu os sistemas de classificação das abelhas a partir do conhecimento da aldeia Gorotide, cujos habitantes identificavam pelo nome 56 espécies de abelhas, bem como as formas de coleta e uso do mel e da cera e a simbologia por trás destas práticas.

3.1. Usos culturais e conhecimentos tradicionais sobre polinizadores

Os povos tradicionais e indígenas, nas suas relações intrínsecas com os locais em que seus modos de vida evoluíram, descobriram e aprenderam a manejar diversos

recursos naturais. Entre estes recursos estão muitas espécies de plantas e de animais polinizadores. Algumas destas espécies, após manejadas em determinada comunidade específica, tiveram sua expansão e se tornaram populares em escalas mais amplas. Embora o conhecimento tradicional e indígena sobre polinização e polinizadores esteja precariamente documentado no Brasil, os poucos registros feitos a este respeito mostram que há informações valiosas e aprofundadas acumuladas por estas populações. Como exemplo, podemos mencionar o vasto e detalhado conhecimento taxonômico dos indígenas Kayapó acerca das abelhas Meliponini ocorrentes em seu território (Camargo & Posey 1990). O conhecimento sobre meliponicultura também está presente em várias populações tradicionais, como nas comunidades quilombolas (Carvalho *et al.* 2014b).

As abelhas nativas sem ferrão que pertencem à família Apidae e à tribo Meliponini têm distribuição tropical e, no Brasil, há mais de 400 espécies descritas (Silveira *et al.* 2002; Pedro 2014). As abelhas nativas sem ferrão inspiraram a organização social, mitos e crenças de povos indígenas brasileiros. Os grupos indígenas Gorotire-Kayapó, Guarani-m'byá, Kaiabi e Enawene-Nawe detêm conhecimento avançado sobre sistemas de classificação em nível de espécie, ontologia, arquitetura do ninho, organização social da colônia e anatomia dessas abelhas. Os Kayapó reconhecem 56 espécies de abelhas nativas sem ferrão, com uma forte correlação com a classificação científica (Posey 1983). Os Enawene-Nawe identificam 48 espécies (Santos & Antonini 2008) e os Pankararé deram nomes a 23 espécies (Costa-Neto 1998). O patrimônio linguístico dos Gorotire-Kayapó traduz-se nos nomes indígenas adotados para muitas espécies, como jataí, urucu, tiúba, mombuca, irapuá, tataíra, jandaíra, guarupu e mandurim (Lenko & Papavero 1996; Nogueira-Neto 1997; Villas-Bôas 2008). Eles ainda descrevem e atribuem nomes às diferentes fases do desenvolvimento das abelhas, desde o ovo, larva, pupa até os adultos, assim como associam a estrutura social e o ciclo de vida desses insetos à sua própria sociedade (Camargo & Posey 1990).

Dentre os habitantes pré-colombianos do Brasil, os Tupinambás faziam associações das colônias dessas abelhas com a cosmologia, nomeando constelações com termos que remetem às abelhas e suas colônias: “Seichu-jurá” = “jirau-de-abelha”, uma constelação de nove estrelas arranjadas em um agrupamento que anuncia a chuva “Seichu” ou “Eichu”, e a abelha-rainha “ei-hub”, ambos relacionados ao início da época chuvosa na Amazônia. Os povos Kawaiwete do Xingu acreditam que as abelhas nativas sem ferrão têm a proteção de uma forte entidade, capaz de punir ou infligir doenças a quem não as respeita (Villas-Bôas 2015). No primeiro livro escrito no Brasil por Hans Staden, em 1577, três espécies de abelhas nativas sem ferrão são brevemente descritas, com base em relatos de um viajante alemão que viveu entre os Tupinambás, mas essa informação valiosa foi negligenciada por 450 anos, até ser redescoberta por Engels (2009). Possivelmente, as abelhas relatadas seriam a mandaçaia (*M. quadrifasciata*), a mandaguarí (*Scaptotrigona postica*) e a jataí (*Tetragonisca angustula*), pois os índios costumavam coletar mel de seus ninhos na floresta. Os exemplos acima mostram que as abelhas nativas sem ferrão têm sido objeto de uso e domesticação

pelas populações tradicionais brasileiras, em cujas sociedades desempenham um importante papel. Entretanto, esse conhecimento, ora transmitido diretamente entre as gerações, está ameaçado em face da perda dos seus costumes ancestrais.

Com relação ao valor estético atribuído aos elementos reprodutivos das flores, figurado na mitologia indígena, cabe citar o caso dos Irantxe do Norte do Mato Grosso que simbolizam nas flores o elemento para libertação de um aprisionamento original dos seres humanos (Rech & Westerkamp 2014). Os exemplos citados revelam que o universo desconhecido acerca dos valores simbólicos atribuídos às flores e aos polinizadores, assim como os conhecimentos tradicionais, pode ser imenso e está ameaçado de perda pelas rápidas mudanças culturais que esses povos têm sofrido.

3.2. Manejo de polinizadores com ênfase na produção de mel e valores bioculturais associados

Apis mellifera é a espécie mais manejada para a produção de mel no país (apicultura) em virtude de sua resistência a doenças e adaptabilidade e pela quantidade de mel que consegue produzir (Nogueira-Neto 1997; Morais *et al.* 2012). No Brasil, a apicultura teve início no começo do século 19 com a introdução da abelha-da-europa (Morais *et al.* 2012). A produção nacional cresceu muito após a introdução de *A. mellifera scutellata*, trazida da África em 1956 para melhorar a produção de mel no país (Morais *et al.* 2012). Isso aconteceu, principalmente, devido à regulamentação, valorização, incentivos, utilização dos produtos das abelhas pela população e à renda adquirida (Perosa *et al.* 2004). Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de mel e o oitavo maior exportador do produto (Abemel 2018). A produção nacional de mel é de 27 a 35 t/ano (Abemel 2018). Somente em 2017, o setor apícola movimentou U\$ 121 milhões (Abemel 2018). As regiões Sul e Nordeste são as mais produtivas, tendo sido responsáveis por mais de 70% da produção de mel em 2016 (IBGE 2016). O Sudeste vem se destacando por apresentar um crescimento durante os últimos anos (IBGE 2016). Além disso, a apicultura é uma atividade importante para a agricultura familiar, exercendo um papel social por meio da contratação de mão de obra local, podendo ser familiar ou até mesmo permutada entre os apicultores que formam associações ou cooperativas, garantindo assim a permanência das famílias no meio rural (Sabbag & Nicodemo 2011).

Contudo, *A. mellifera* é uma espécie exótica e sua manipulação exige tecnologia e cuidados especiais. A criação de abelhas sem ferrão, chamada meliponicultura, vem aumentando nos trópicos e subtropicais, com suporte de práticas e inovações no manejo, multiplicação e utilização dos produtos da colônia (Cortopassi-Laurino *et al.* 2006; Vit *et al.* 2013; Jaffé *et al.* 2015). A meliponicultura é praticada desde a época da pré-colonização no Novo Mundo (Villanueva-G *et al.* 2005; Contrera *et al.* 2011) e tem potencial de produção no Brasil pela qualidade dos méis produzidos pelas abelhas nativas sem ferrão. O mel das abelhas nativas sem ferrão é um produto bastante apreciado e participa da renda familiar no comércio regional. Apesar desse potencial, ainda são

poucas as espécies de abelhas nativas sem ferrão estudadas com relação à sua produção de mel, havendo registro de pesquisas nessa linha com apenas 41 delas. Os méis das abelhas nativas sem ferrão são ricos e têm valor cultural na medicina dos povos tradicionais. A meliponicultura faz parte da agricultura dos povos indígenas e das comunidades tradicionais, constituindo uma antiga tradição brasileira, especialmente nas regiões Norte, Nordeste e Sul (Cortopassi-Laurino *et al.* 2006). Os índios Gorotire-Kayapó desenvolveram um sistema semidomesticado de criação de abelhas para nove espécies de abelhas sociais. No Brasil, as tecnologias e as inovações na criação de abelhas foram reunidas em vários manuais (Nogueira-Neto 1997; Venturieri 2008; Witter & Nunes-Silva 2014) e são disseminadas em capacitações em todo o país, despertando e incentivando sua prática no campo e na cidade. Muitos meliponicultores têm se dedicado, exclusivamente, à multiplicação e à venda de colônias para outros criadores, pesquisadores ou pessoas aficionadas (Villas-Bôas 2012). A prática racional da meliponicultura também contribui para a conservação do serviço ecossistêmico de polinização. Recentemente, um estudo demonstrou que a prática tradicional da meliponicultura pode ser forte aliada da pesquisa acadêmica para desenvolver o conhecimento sobre a criação racional sustentável e adequada (Koffler *et al.* 2015).

Outros produtos provenientes da apicultura e da meliponicultura – como a cera, a geleia real, o própolis e o pólen – também possuem valor econômico e cultural em comunidades tradicionais. Esses produtos, geralmente, são utilizados na alimentação e no artesanato, além de apresentarem potencial terapêutico. O conhecimento tradicional sobre as propriedades medicinais de produtos apícolas é praticado, há tempos, por diversos povos e pesquisas confirmam suas atividades antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante, anticancerígena, dentre outras (Higashi & De Castro 1994; Marcucci 1995; Murad *et al.* 2002; Franchin *et al.* 2012; Cinegaglia *et al.* 2013; Ratcliffe *et al.* 2014).

4. Fatores que afetam os polinizadores, a polinização e a produção de alimentos

4.1. Requerimentos ambientais de polinizadores

Os polinizadores de cultivos agrícolas dependem de diversos requisitos para sua manutenção, abrangendo tanto recursos alimentares quanto locais para abrigo e para construção de ninhos, resinas e fragrâncias florais. Essas condições essenciais para a sobrevivência dos polinizadores não se encontram apenas nos cultivos que eles visitam, mas, principalmente, na paisagem natural do entorno (Viana *et al.* 2012).

4.1.1. Recursos alimentares

As necessidades alimentares dos animais que visitam flores são supridas por recursos oferecidos pelas plantas como pólen, néctar, óleo e tecidos florais (Agostini *et al.* 2014).

O pólen é recurso alimentar requerido por vários tipos de polinizadores, que o utilizam como fonte variável de proteína, lipídeos, sais minerais e carboidratos (Agostini *et al.* 2014), além de ser precursor de hormônios imprescindíveis para o desenvolvimento de adultos e larvas (Ferreira-Caliman *et al.* 2012). As abelhas são as principais consumidoras de pólen, porém a vasta maioria não coleta pólen de espécies agrícolas, sendo as plantas em habitats naturais ou seminaturais sua fonte primordial de recursos (Silva *et al.* 2012). Somente 13% das espécies descritas de abelhas, globalmente, foram registradas em cultivos agrícolas (Kleijn *et al.* 2015). Além disso, dentre as espécies que visitam esses cultivos, a maior parte – mais de 90% – faz apenas uso ocasional desse recurso (Kleijn *et al.* 2015). Apesar da escassez de informação sobre a forma como as abelhas e outros polinizadores usam os recursos naturais, sabemos que as abelhas utilizam espécies cultivadas como recursos alimentares (Giannini *et al.* 2015a).

Várias espécies cultivadas de Myrtaceae são fontes importantes de pólen para algumas espécies de abelhas (Falcão *et al.* 2002; Maués & Couturier 2002; Alves & Freitas 2006; Gressler *et al.* 2006; Freitas & Alves 2008; Guimarães *et al.* 2009; Silva & Pinheiro 2009; Maia-Silva *et al.* 2014; Diniz & Buschini 2015; Cordeiro *et al.* 2017). O jambo (*S. malaccense*) oferece néctar para diversos grupos de polinizadores, incluindo vertebrados (Falcão *et al.* 2002). Espécies de Solanaceae – como berinjela (*S. melongena*), cubiu (*Solanum sessiliflorum*), tomate (*S. lycopersicum*), pimenta doce (*Capsicum annum*), pimentão (*C. annum*) e pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) – também são fontes relevantes de pólen para abelhas, em particular as que coletam pólen por vibração (Figura 6A) (Nunes-Silva *et al.* 2013; Santos *et al.* 2014; Silva-Neto *et al.* 2017; Vinícius-Silva *et al.* 2017). Abelhas como *A. mellifera* e *Trigona spinipes*, que não apresentam comportamento vibratório, recolhem o pólen restante na flor aproveitando a vibração de outras espécies de abelha ou inserindo a glossa no cone de anteras, atingindo os estames (Vinícius-Silva *et al.* 2017). Espécies de Anacardiaceae, como o cajá (*S. mombin*), produzem muitas flores pequenas dispostas em grandes inflorescências, nas quais abelhas forrageiam principalmente em busca do pólen (Figura 6C). O cajá (*S. mombin*) é uma espécie de dossel considerada importante para abelhas sem ferrão – abrangendo as do gênero *Scaptotrigona* –, entretanto, quando esta árvore é cultivada, a visitação de *A. mellifera* ocorre mais cedo e reduz o benefício de forrageamento das abelhas sem ferrão, que chegam mais tarde (Carneiro & Martins 2012). De fato, a competição por pólen pode ser acentuada na presença da *A. mellifera*. Isso ocorre quando ela visita flores do maracujá (*P. edulis*) e, por ser uma espécie que retira grande quantidade de pólen, diminui a disponibilidade deste recurso que seria transportado pelos principais polinizadores (Siqueira *et al.* 2009; Yamamoto *et al.* 2012). Várias outras espécies cultivadas no Brasil oferecem néctar, além do pólen, como alimento aos polinizadores; algumas delas são umbu (*S. tuberosa*), pera (*P. communis*), café (*C. arabica*) (Figura 4A e 4B), laranja (*C. sinensis*), limão (*Citrus aurantifolia*), abacate (*P. americana*) e melancia (*C. lanatus*) (Malerbo-Souza *et al.* 2000, 2003; Nadia *et al.* 2007a; Malerbo-Souza & Halak 2010a; Araújo *et al.* 2014; Sezerino & Orth 2015).

O néctar também é um recurso alimentar relevante em áreas agrícolas. Muitas vezes, constitui o único elemento floral explorado por polinizadores, que podem ser desde

animais muito generalistas àqueles mais especializados, que conseguem acessá-lo em flores complexas, como é o caso da castanha-do-brasil (*B. excelsa*) (Figura 4D) (Cavalcante *et al.* 2012). O néctar é o recurso floral exclusivo de beija-flores no maracujá-poranga (*P. coccinea*) (Storti 2002) e de morcegos no pequi (*C. brasiliensis*), por exemplo. Flores de Cucurbitaceae, como abóbora (*Cucurbita pepo*, *C. mixta*), melão (*C. melo*), pepino (*C. sativus*) e outras espécies de *Cucurbita* (*Cucurbita moschata* e *Cucurbita maxima*) são fontes de néctar para abelhas dos gêneros *Apis*, *Bombus*, *Halictus*, *Melipona*, *Plebia*, *Trigona* e *Xylocopa*, assim como para moscas, vespas e mariposas (Amaral & Mitidieri 1966; Lattaro & Malerbo-Souza 2006; Santos *et al.* 2008; Sousa *et al.* 2009; Krug *et al.* 2010; Kiill *et al.* 2011; Tschoeke *et al.* 2015). O pequi (*C. brasiliensis*) disponibiliza um néctar volumoso e pouco concentrado, que é utilizado por aves e morcegos (Melo 2001; Coelho *et al.* 2013).

Óleos florais são também recursos importantes para várias espécies de abelhas (Machado 2004). Algumas Malpighiaceae, como a acerola (*M. emarginata*), o murici (*Byrsonima coccolobifolia* e *Byrsonima crassifolia*) e o murici-pitanga (*Byrsonima chrysophylla*) possuem flores que não produzem néctar e não atraem grande diversidade de polinizadores. Contudo, estes cultivos são essenciais para abelhas que precisam de óleo, tanto para alimentar sua prole como para construir seus ninhos, como é o caso de espécies de Centridini (Ribeiro *et al.* 2006; Faria Júnior *et al.* 2008; Siqueira *et al.* 2011b; Vilhena *et al.* 2012; Rêgo *et al.* 2014). Como essas abelhas necessitam igualmente de néctar e de pólen, é fundamental a presença de outras espécies fornecedoras desses elementos florescendo dentro de sua área de forrageio, ou seja, ao redor do cultivo de plantas produtoras de óleo (Sazan *et al.* 2014).

A paisagem em que os cultivos estão inseridos deveria abrigar flores com diferentes recursos ao alcance de polinizadores, uma vez que muitas plantas são sazonais e a oferta de seus elementos se limita a um curto período do ano. Alguns cultivos florescem em períodos de escassez de espécies nativas, sendo, portanto, valioso recurso alternativo para polinizadores, por exemplo canola (*B. napus*) (Rosa *et al.* 2011). Outro caso é o cultivo de maracujá (*P. edulis*), cujas flores alimentam abelhas de grande porte que dependem, no entanto, da vegetação natural circundante para se manter durante todo o ano (Camillo & Garófalo 1982; Silva *et al.* 2012; Junqueira *et al.* 2017). Em cultivos de Myrtaceae e Solanaceae, que oferecem basicamente pólen, as abelhas necessitam também do néctar para complementar sua nutrição. Assim, a presença de outras plantas ao redor dos cultivos de tomate (*S. lycopersicum*), ou entremeadas a eles, é essencial para a atração e a manutenção desses polinizadores (Maia-Silva *et al.* 2014). As plantas ruderais podem fazer bem esse papel, devendo-se apenas tomar cuidado para que não se tornem mais atrativas que a espécie cultivada (Gaglianone *et al.* 2015).

4.1.2. Outros requerimentos ambientais

A presença e a diversidade de habitats no entorno dos cultivos são requerimentos importantes para os polinizadores e, por isto, a supressão desses habitats pode levar

à perda completa de grupos de polinizadores ou de sistemas de polinização (Viana *et al.* 2012). Paisagens heterogêneas, com ambientes diversificados e amigáveis aos polinizadores, favorecem a manutenção e o aumento de suas populações – pela oferta de recursos tróficos e locais para nidificação – e a estabilidade do serviço de polinização (Viana *et al.* 2012; Ferreira *et al.* 2015). Essas características da paisagem têm, portanto, efeito direto na produtividade agrícola (Saturni *et al.* 2016; Hipólito *et al.* 2018), devido ao crescimento das visitas de abelhas nos cultivos (Franceschinelli *et al.* 2017). A falta de espaços para nidificação pode ser um limitante para a presença de abelhas em áreas de cultivos, pois os requerimentos são diversos. Por exemplo, troncos e árvores vivas são usados por espécies de abelhas Meliponini para formar ninhos (Martins *et al.* 2004; Nadia *et al.* 2007b), enquanto outros grupos preferem o solo, como *Exomalopsis analis*, polinizadora do tomate (*S. lycopersicum*) (Vinícius-Silva *et al.* 2017) ou *Eulaema nigrita*, capaz de construí-los em ambientes perturbados e em trechos abertos para pastagem (Pinto *et al.* 2015). Uma alternativa para a ausência de locais para nidificação ao redor dos cultivos é a implantação de ninhos-armadilha. Essa prática se mostrou eficiente em cultivos de acerola (*M. emarginata*), onde os ninhos-armadilha introduzidos foram colonizados por abelhas Centridini e incrementaram a produção de frutos (Oliveira & Schindwein 2009; Magalhães & Freitas 2013). Da mesma forma, em cultivos de maracujá (*P. edulis*) têm sido utilizadas caixas de ninhos racionais de *X. frontalis*, na tentativa de promover a polinização (Freitas & Oliveira-Filho 2003; Junqueira *et al.* 2012; Silva *et al.* 2012). O uso de ninhos racionais de *X. frontalis* pode inclusive ajudar na polinização de outros cultivos, como é o caso da castanha-do-brasil (*B. excelsa*) (Cavalcante *et al.* 2012).

As próprias flores das plantas cultivadas podem oferecer abrigo aos insetos visitantes florais. Flores de abóbora (*Cucurbita* spp.) servem de refúgio para machos de uma espécie oligolética de abelha, *Peponapis fervens* (Krug *et al.* 2010), assim como flores de fruta-do-conde (*A. squamosa*) atuam como abrigo e local para cópula de três espécies de Coleoptera (Kiill & da Costa 2003). Flores de palmeiras são reportadas comumente como lugar de refúgio e reprodução de visitantes florais. Por exemplo, flores de bacabi (*O. mapora*) são usadas como espaço para cópula e oviposição por besouros Curculionidae, e por espécies de Heteroptera, que ainda utilizam as flores como abrigo (Oliveira *et al.* 2002). As espécies do gênero *Elaeis*, dendê (*E. guineensis*) e caiaué (*E. oleifera*) funcionam como pontos de abrigo para larvas do coleóptero Lycidae e, possivelmente, para oviposição (Silva *et al.* 1987). Em duas espécies de Myrtaceae (*A. sellowiana* e *Myrrhinium atropurpureum*) o recurso floral principal para aves polinizadoras são as pétalas carnosas e adocicadas (Gressler *et al.* 2006).

4.2. Ameaças aos polinizadores, à polinização e à produção de alimentos

Múltiplos fatores podem representar ameaças aos polinizadores e à polinização, dentre os quais se destacam os ambientais – mudanças no uso da terra, agricultura intensiva e de larga escala, uso indiscriminado de agrotóxicos, poluição ambiental e

mudanças climáticas globais – e os biológicos, tais como espécies invasoras, efeitos indiretos do uso de organismos geneticamente modificados, pragas e patógenos, e, ainda, a interação entre eles (IPBES 2016).

4.2.1. Ameaças ambientais

Os ecossistemas brasileiros estão sendo fortemente afetados pelo desmatamento (WWF 2008). As mudanças no uso da terra, tanto para obras de infraestrutura quanto de urbanização ou agricultura (incluindo o manejo florestal), não só levam à perda de áreas naturais como também à fragmentação dos habitats remanescentes. Tais mudanças ocasionam a redução da disponibilidade de alimentos e de locais para nidificação dos polinizadores, abalando principalmente espécies com forrageio a partir de um ponto central, como as abelhas (Biesmeijer 2006; Kremen *et al.* 2007). Práticas agrícolas convencionais são extremamente prejudiciais aos polinizadores (Hagen *et al.* 2012), pois não consideram a preservação de remanescentes de vegetação nativa e de corredores ecológicos (i.e. áreas que permitam a nidificação e a sobrevivência desses animais fora das áreas cultivadas), aplicam gradagem, aragem ou fogo no preparo do solo e fazem o uso excessivo de agrotóxicos, diminuindo a quantidade e a variedade de alimentos alternativos e fontes de nidificação para abelhas e polinizadores em geral (Alves-dos-Santos *et al.* 2014; Maués 2014).

A aplicação de agrotóxicos para controle de pragas e patógenos, com alta toxicidade para polinizadores e sem observar seus padrões e horários de visitas, pode provocar a morte, atuar como repelente e também causar efeitos tóxicos subletais (desorientação do voo, redução na produção de prole, entre outros) (Freitas & Pinheiro 2010; Pinheiro & Freitas 2010). O uso de pesticidas tende a suprimir ou encolher a produção de néctar e pólen em algumas plantas, restringindo a oferta de alimentos para polinizadores (Johansen & Mayer 1990). A utilização de agrotóxicos é um tema que vem sendo discutido amplamente em todo o mundo, pois tem relação direta com a produção e o consumo de alimentos e com a saúde pública. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) publicou o Manual de Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos para Abelhas (Cham *et al.* 2017), que apresenta um panorama técnico sobre esta ameaça ambiental para as abelhas e para o serviço ecossistêmico de polinização. Esse Manual se baseia na espécie *A. mellifera*, por se tratar de um organismo-modelo de inseto polinizador para testes, em função de sua biologia conhecida, da ampla distribuição geográfica e da facilidade para criação e manutenção em laboratório. Contudo, métodos para testes dos efeitos de agrotóxicos em polinizadores nativos são prementes no país, pois alguns estudos já demonstraram que as espécies de abelhas nativas podem ser mais sensíveis do que *A. mellifera* (Morais *et al.* 2018; Cham *et al.* 2018).

Outro fator limitante é a poluição do ar, que interfere na capacidade que as abelhas e outros insetos têm para detectar os odores florais e voar até a sua fonte. Os poluentes do ar interagem e quebram as moléculas odoríferas emitidas pelas plantas, as quais

os insetos polinizadores usam para localizar os alimentos necessários (Fuentes *et al.* 2016). No entanto, ainda pouco se sabe sobre os efeitos da poluição atmosférica sobre os polinizadores, não só no Brasil, mas em outras partes do mundo.

Várias espécies de polinizadores têm nichos climáticos relativamente restritos, sendo muito susceptíveis às mudanças climáticas, que modificam o seu padrão de distribuição e comportamento podendo alterar as interações planta-polinizador e reduzir os recursos ambientais para esses animais (Memmott *et al.* 2007; Inouye 2008; Hegland *et al.* 2009; Giannini *et al.* 2012, 2013, 2017; Elias *et al.* 2017). Fenômenos climáticos extremos – como enchentes, incêndios e estiagem prolongada – são fatores adversos que afetam, negativamente, os polinizadores e contribuem para a perda de colmeias de abelhas.

4.2.2. Ameaças biológicas

Diversas espécies exóticas podem ter efeitos negativos sobre os polinizadores nativos. No trabalho de revisão feito por Sheppard e colaboradores (2003) são apresentados vários estudos que mostram que as espécies exóticas – consideradas a segunda maior ameaça à biodiversidade depois da destruição de habitats – podem se tornar invasoras, comprometendo a capacidade de manutenção dos sistemas naturais. Os pesquisadores também mencionam a dificuldade para se combater tais espécies e os riscos dos métodos convencionais de controle, bem como os riscos sociais inerentes ao processo excessivamente prolongado do uso de controle biológico. Plantas invasoras podem alterar o padrão de forrageamento e favorecer visitantes florais oportunistas, em detrimento de outros (Vilà *et al.* 2009). No entanto, existem poucos estudos sobre essa ameaça no Brasil. Polinizadores exóticos (por exemplo, *A. mellifera* e *Bombus terrestris*) competem por recursos florais e locais de nidificação com espécies nativas e ainda possibilitam a entrada de pragas e patógenos exóticos (Potts *et al.* 2010). *Bombus terrestris* já está presente no Cone Sul e estudos revelam seu potencial para invadir o Brasil (Acosta *et al.* 2016). Outra ameaça potencial aos polinizadores, que recentemente tem recebido atenção dos pesquisadores, é a introdução de espécies geneticamente modificadas. Ainda existe, contudo, muita incerteza em relação aos efeitos desta prática sobre os polinizadores, havendo uma carência de estudos que avaliam o impacto dessa questão sobre as espécies nativas de polinizadores.

4.3. Impacto de mudanças ambientais na diversidade e na funcionalidade de polinizadores

4.3.1. Alterações no uso da terra

Grande parte das evidências acerca dos efeitos negativos de alterações no uso da terra sobre os polinizadores no Brasil vem de estudos focados em serviços ecossistêmicos. Um estudo de síntese que inclui dados de visitação de vários Estados (Rio de Janeiro, Bahia, Rio Grande do Sul, Ceará e Mato Grosso) mostrou que, em campos agrícolas me-

nores, a densidade de polinizadores é maior que em terrenos maiores (Garibaldi *et al.* 2016). Outras pesquisas realizadas no país revelam que, quanto maior for o isolamento dos campos agrícolas em relação a fragmentos de habitat natural, menor será a densidade e a diversidade de polinizadores e de serviços ecossistêmicos associados (Powell & Powell 1987; de Marco & Coelho 2004; Flores *et al.* 2012; Hipólito *et al.* 2018). E, nesse caso, os polinizadores nativos são substituídos pelas abelhas africanizadas (Dick 2001). Efeitos negativos das alterações no uso da terra também foram detectados dentro de remanescentes de habitat natural. Por exemplo, estudos em áreas de Mata Atlântica (Bahia e Sul do Brasil) e da Amazônia apontam que a maior fragmentação florestal está associada a um declínio na abundância e na diversidade de abelhas e borboletas em remanescentes de vegetação nativa (Brown 1997; Brown & Albrecht 2001; Ramalho *et al.* 2009; Ferreira *et al.* 2015). Tais alterações podem ainda comprometer a viabilidade das populações de polinizadores. Além disso, o transporte e a criação de colônias de abelhas manejadas, fora de suas áreas de ocorrência, estão relacionados a uma perda da diversidade genética das espécies (Jaffé *et al.* 2016). Assim, a fragmentação de populações pode reduzir o fluxo gênico e o transporte de colônias manejadas pode causar miscigenação de populações e diminuir a diversidade genética.

As características funcionais dos polinizadores (nível de socialidade, habitat de nidificação, tamanho etc.) têm um papel fundamental na forma como as diferentes espécies reagem a alterações da paisagem. Por exemplo, no Cerrado abelhas eussociais foram mais afetadas por alterações em regiões próximas (menos de 250 m do local amostrado), enquanto espécies solitárias foram mais sensíveis a alterações de paisagens em escalas maiores (até 2 km em torno do local amostrado) (Silva *et al.* 2017). Tais diferenças entre esses dois grupos funcionais podem estar associadas a distinções de tamanho e de capacidade de vôo. Isso porque outro estudo no Cerrado indicou que abelhas menores tendem a ser mais impactadas por alterações de paisagem em escalas espaciais menores e abelhas maiores mais abaladas por modificações em escalas maiores (Franceschinelli *et al.* 2017). Na Mata Atlântica, os efeitos das alterações na paisagem em abelhas sociais podem também depender do local de nidificação (Ferreira *et al.* 2015) e a influência deste, por sua vez, pode derivar do tipo de alteração de paisagem a que o habitat está sujeito. Por exemplo, no Rio Grande do Sul, a *Melipona bicolor schencki* – uma espécie que requer grandes árvores para a construção de seus ninhos (Roubik 2006) – encontra-se ameaçada (Marques *et al.* 2003), sendo a causa mais provável o desmatamento associado à expansão de plantações de *Pinus* para a produção de papel (Freitas *et al.* 2009). Já no Ceará, *Melipona quinquefasciata*, uma abelha nativa sem ferrão que nidifica no solo, está ameaçada devido ao extrativismo de madeira e à expansão agrícola que destrói os habitats de nidificação bem como áreas de forrageio (Freitas *et al.* 2009). Na floresta Amazônica, em um estudo sobre abelhas nativas sem ferrão que nidificam acima do solo, Brown e colaboradores (2001) verificaram que duas espécies (*Melipona seminigra abunensis* e *Melipona grandis*) não parecem ser afetadas pelo desmatamento, enquanto outras duas espécies comuns aparentaram ter grande susceptibilidade ao desmatamento (*Melipona melanoventer* e *Melipona ruviventris brachychaeta*).

Existem poucos estudos no Brasil que correlacionam a perda de habitat à extinção local de espécies de polinizadores (Martins & Melo 2010; Martins *et al.* 2013). No entanto, há pesquisas apontando que, antes mesmo de ocorrerem extinções, poderão acontecer variações no padrão de forrageamento dos polinizadores (Moreira *et al.* 2015; Silva *et al.* 2017). Tais modificações podem comprometer a resiliência e a estabilidade das comunidades diante de mudanças ambientais futuras, pondo em risco a reprodução de plantas nativas e os serviços ecossistêmicos associados. Da mesma forma que alterações na paisagem podem prejudicar os polinizadores, o manejo da paisagem agrícola pode beneficiá-los quando planejado de modo a equacionar a manutenção do serviço ecossistêmico de polinização (Garibaldi *et al.* 2015). Por exemplo, o incremento na aplicação de medidas de gestão visando paisagens amigáveis – como a preservação de grandes proporções de áreas de habitat natural e a criação de cercas-vivas – levam ao aumento da riqueza de polinizadores e, conseqüentemente, trazem benefícios para a produção agrícola (Hipólito *et al.* 2016). A inclusão de iniciativas de salvamento de ninhos de abelhas sociais, em particular abelhas nativas sem ferrão, no escopo de projetos de desenvolvimento de infraestrutura (como construção de uma estação hidroelétrica) pode minimizar os impactos do desmatamento no Brasil (Costa *et al.* 2014).

4.3.2. Mudanças climáticas

Vários estudos que preveem com base nos cenários de mudança climática global, como o nicho climático de abelhas brasileiras irá variar nos próximos 100 anos mostram redução da área de distribuição potencial para um grande número de espécies, apesar de que, para algumas delas, ocorre o oposto (Tabela 1). Por exemplo, um estudo que avaliou alterações no envelope climático de 95 espécies de abelhas importantes para a produção agrícola no Brasil revelou que haverá declínio de polinizadores agrícolas em aproximadamente 90% dos municípios, causado pelas variações climáticas (Giannini *et al.* 2017). Em regiões temperadas, as quedas observadas em área climaticamente adequada para as abelhas estão associadas a desvios de sua distribuição na direção dos pólos (Aguirre-Gutiérrez *et al.* 2016), muito provavelmente em decorrência do aumento da temperatura global. No entanto, pesquisas focadas no Brasil apontam um padrão de alteração da distribuição bem diverso, sendo que algumas espécies têm sua distribuição desviada para o Norte e outras para o Sul (Tabela 1). Muitas vezes, tais modificações se devem às perdas de área de distribuição mais acentuadas em uma dada região, e não a um deslocamento real da distribuição da espécie. De uma forma geral, municípios das regiões Centro e Sul do Brasil têm maior probabilidade de sofrer perda de polinizadores agrícolas, enquanto aqueles situados mais ao norte, especialmente na porção Noroeste da Amazônia, poderão observar um incremento destes. As causas e os efeitos das mudanças climáticas para a diversidade dos polinizadores podem estar relacionados às exigências específicas e às características funcionais das diferentes espécies. Mais estudos são necessários para que se possa entender melhor sobre essa realidade no Brasil.

Tabela 1. Informação existente sobre as alterações de tamanho de envelope climático, indicando a distribuição potencial, e desvios de distribuição, previstos para as abelhas no Brasil.

Espécie	Alteração da distribuição potencial	Alteração do centroide	Referência
<i>Bombus morio</i>	redução acentuada	sem alteração clara	Elias <i>et al.</i> 2017
<i>Exomalopsis analis</i>	redução acentuada	sem alteração clara	Elias <i>et al.</i> 2017
<i>Eulaema nigrita</i>	redução acentuada	sem alteração clara	Elias <i>et al.</i> 2017
<i>Augochloropsis callichroa</i>	redução	sem alteração clara	Elias <i>et al.</i> 2017
<i>Centris tarsata</i>	redução	Norte	Elias <i>et al.</i> 2017
<i>Melipona bicolor bicolor</i>	redução acentuada	sem alteração clara	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Melipona scutellaris</i>	redução acentuada	sem alteração clara	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Melipona bicolor schencki</i>	redução	sem alteração clara	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Centris aenea</i>	redução	Norte	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Centris analis</i>	redução	sem alteração clara	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Centris fuscata</i>	redução	Norte	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Centris hyptidis</i>	redução	sem alteração clara	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Centris sponsa</i>	sem alteração clara	sem alteração clara	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Centris tarsata</i>	redução	sem alteração clara	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Centris trigonoides</i>	redução	Sul	Giannini <i>et al.</i> 2012
<i>Xylocopa frontalis</i>	redução	Norte	Giannini <i>et al.</i> 2013
<i>Xylocopa suspecta</i>	redução	Norte	Giannini <i>et al.</i> 2013
<i>Xylocopa hirsutissima</i>	redução	Norte	Giannini <i>et al.</i> 2013
<i>Xylocopa grisescens</i>	redução	Norte	Giannini <i>et al.</i> 2013

É importante ressaltar que os resultados acima relatados não consideram possíveis efeitos interativos e sinérgicos entre alterações de clima, paisagem e outras variações ambientais. Estudos recentes mostram que deve haver declínios até mesmo em áreas que permanecerão climaticamente adequadas no futuro (Faleiro *et al.* 2018). Isso ocorrerá em parte devido ao alto nível de fragmentação e degradação de habitat a que as áreas remanescentes estarão sujeitas (Nemésio *et al.* 2016).

Além das modificações na distribuição geográfica, as mudanças climáticas podem causar desencontros temporais entre as espécies de polinizadores e os seus recursos. Tendo em conta os cenários de alteração climática previstos para o Brasil, em 2100 existirão acentuados desencontros temporais entre as áreas de produção de tomate (*S. lycopersicum*) e as áreas de distribuição dos seus principais polinizadores (Elias *et al.* 2017). As mudanças climáticas poderão também afetar a fisiologia dos polinizadores. Por exemplo, estudos em condições experimentais indicam que o aumento de temperatura estimado para a área de distribuição atual de *Plebeia droryana* poderá ter fortes impactos no período de diapausa desta espécie, que ficará ativa durante mais tempo no Sul do Brasil, incrementando, assim, a demanda por recursos florais (Santos *et al.* 2015).

4.3.3. Espécies exóticas

Duas espécies de abelhas foram introduzidas na América do Sul, *A. mellifera* e *B. terrestris*. Até o momento, apenas a primeira está presente no território brasileiro. De origem europeia, *A. mellifera* (*A. mellifera mellifera* e *A. mellifera ligustica*) chegou ao Brasil na metade do século 19 pela atividade de apicultura. Posteriormente, em 1956, a abelha africana *A. mellifera scutellata* foi acidentalmente introduzida na natureza. Desde então, ocorre no país a hibridização destas subespécies no meio ambiente. Elas se espalharam amplamente como um complexo invasivo de espécies, conhecido como *A. mellifera* africanizada. Em geral, esses híbridos apresentam comportamento agressivo e, potencialmente, competem por recursos com as abelhas nativas.

A abelha europeia *B. terrestris* foi introduzida no Chile há duas décadas (1998) para incrementar a polinização dos cultivos agrícolas (Saraiva *et al.* 2012). De lá para cá, a inserção ininterrupta de colônias resultou em uma invasão biológica sem precedentes ao longo do território chileno. Há uma década, *B. terrestris* ultrapassou as fronteiras internacionais e invadiu a Argentina, tornando-se um grande problema ambiental nos últimos anos nesses países. As previsões baseadas na modelagem de nicho indicam que o processo de invasão chegará ao Uruguai e à costa atlântica do Brasil em breve (Acosta *et al.* 2016) (na verdade, já existem alguns registros). Além disso, há registros de *B. terrestris* no Peru e na Bolívia, reforçando que esta deverá ser uma problemática regional no futuro próximo.

Ademais, as alterações climáticas e nas paisagens poderão também favorecer a invasão de espécies exóticas de polinizadores (como *B. terrestris*) ou de parasitas e/ou pragas. O clima tem um papel fundamental, por exemplo, na distribuição de *B. terrestris* (Acosta *et al.* 2016). Outras espécies de pragas, predadores ou competidores exóticos poderão igualmente ser beneficiados pelas mudanças climáticas, expandindo a sua área de distribuição no Brasil.

O ácaro *Varroa* é a pior praga das colônias de *A. mellifera* na América do Norte e uma das principais causas de declínio das abelhas naquele continente, mas não chega a ser letal na abelha africanizada manejada no Brasil. Registrada no país desde a década de 1980, a Nosemose (provocada pelo patógeno *Nosema apis*) é uma doença altamente contagiosa. Pragas e patógenos como traça-da-cera, cria pútrida americana (CPA), cria pútrida europeia (CPE), cria giz e cria ensacada são problemas menos nocivos no Brasil (Lopes *et al.* 2004).

O fenômeno CCD (Colony Collapse Disorder ou Disordem do Colapso das Colônias) é complexo e hoje sabe-se que é causado por múltiplos fatores (Pires *et al.* 2016). No entanto, as colônias afetadas pelo CCD apresentaram mais patógenos e mais tipos de agentes patogênicos do que as colônias sem CCD (Pires *et al.* 2016). Até o momento, contudo, não se confirmou caso algum de CCD no Brasil (Pires *et al.* 2016).

5. Respostas aos riscos, governança e oportunidades associados aos polinizadores, à polinização e à produção de alimentos

Diversas são as oportunidades de ações, políticas e estratégias – estabelecidas por indivíduos, organizações e governos – voltadas a mitigar os riscos aos polinizadores e a garantir e ampliar os benefícios do serviço ecossistêmico de polinização. O conjunto dessas atividades determina sistemas de governança que abarcam as interações entre diferentes centros de poder na sociedade (corporativos, governamentais, judiciais), tanto na escala local como nacional. As instituições e os sistemas de governança, por sua vez, refletem a forma como a sociedade se organiza e estipula suas interações com o meio ambiente. Para o propósito deste Relatório, essa temática será tratada sob a ótica da regulação para acesso, alocação/controlar e distribuição das responsabilidades e dos benefícios, entre pessoas e instituições, dos componentes da biodiversidade relacionados aos polinizadores e à polinização no Brasil.

A abordagem aqui aplicada considera risco como a chance de ocorrência de um impacto aos polinizadores ou à polinização em uma perspectiva técnico-científica. A avaliação dos riscos é, usualmente, estimada pelas probabilidades de ocorrência, intensidade e escala. Uma vez prevista a ocorrência, segue-se a estimativa do impacto econômico, social e/ou ambiental visando subsidiar a análise de custo-risco-benefício. Por sua vez, uma oportunidade é vista como um conjunto de circunstâncias que possibilitam a realização de ações, em um determinado momento, sendo que as oportunidades mais claras estão associadas aos benefícios econômicos diretos, imediatos ou futuros. Os principais riscos e oportunidades potenciais correlatos aos polinizadores e ao gerenciamento do serviço ecossistêmico de polinização no Brasil estão listados na Tabela 2.

De modo geral, as ameaças mais significativas aos polinizadores e à polinização estão relacionadas à fragmentação e perda de habitat (Viana *et al.* 2012) e ao uso de agrotóxicos (Nocelli *et al.* 2012). Sabe-se que, em uma escala mundial, 75% dos principais cultivos necessitam da polinização e entre 78 e 94% da flora silvestre também depende de polinização por animais. No Brasil, há um volume considerável de pesquisas científicas realizadas, isoladamente, a respeito de polinizadores e polinização, e algumas iniciativas vêm sendo feitas para sintetizar esse conhecimento, com potencial para quantificação e categorização de riscos, desenvolvimento de ações e fomento a políticas públicas (Imperatriz-Fonseca *et al.* 2012a). Especificamente, destacam-se as pesquisas efetuadas nas últimas duas décadas no contexto de serviços ecossistêmicos, atreladas às ações para incentivo e fomento científico da Iniciativa Brasileira dos Polinizadores no âmbito da CBD (por exemplo Chamadas 1 e 2 do Edital Probio/MMA Polinizadores, Projeto GEF/FAO/Unep). Entretanto, a avaliação dos riscos aos polinizadores ou à polinização no país ainda é limitada por notáveis lacunas de conhecimento em relação à escala e à magnitude dos impactos associados a esses riscos. Um dos desafios centrais, portanto, é ampliar os estudos acerca dos riscos e impactos da perda de polinizadores, desenvolvidos de maneira padronizada que permita a validação

dos resultados com efeito nas decisões regulatórias (por exemplo, seguindo os princípios de “Boas Práticas Laboratoriais – BPL” e os protocolos reconhecidos pela “Organisation for Economic Cooperation and Development – OECD”). De modo semelhante, por mais que as pesquisas tenham se intensificado recentemente, ainda faltam informações sobre o *status* atual das espécies de polinizadores no Brasil, as alterações em suas distribuições e abundâncias e suas relações com vetores de mudanças climáticas e do uso da terra. Nos últimos vinte anos, a articulação de diferentes setores da sociedade em torno dessas demandas tem resultado em editais públicos e outras formas de financiamento de projetos científicos. E mais recentemente essas iniciativas têm incluído linhas voltadas à avaliação de riscos ambientais provenientes do uso de agrotóxicos e ao monitoramento e avaliação da situação das abelhas nativas. Além disso, o envolvimento direto da sociedade civil é um caminho excelente para aproximar a ciência do dia-a-dia da população, como os projetos de ciência cidadã no mundo e no Brasil. O projeto Guardiões da Chapada⁵ é uma iniciativa da Universidade Federal da Bahia e coparticipantes na qual a pesquisa de cunho colaborativo é baseada na participação voluntária para a coleta de dados sobre as interações planta-polinizador. Esses exemplos sinalizam a preocupação da sociedade brasileira a respeito da importância da polinização para o bem-estar humano. Assim, a partir do conhecimento já disponível – e daquele ainda por ser produzido – será possível estabelecer sistemas de gerenciamento, estratégias e políticas públicas, em diferentes escalas. Desta forma, o monitoramento de polinizadores requer programas com financiamento regular em longo prazo, que assegurem a estabilidade e a continuidade necessárias a esse tipo de atividade.

As políticas públicas têm um papel significativo na definição e na implementação de ações e o conhecimento científico, indígena e local deve ser um subsídio para formuladores dessas políticas e tomadores de decisão. A criação das políticas, por si só, não garante que elas sejam efetivamente colocadas em prática, o que dependerá de processos econômicos, políticos, de governança e de tomada de decisão. Os polinizadores e a polinização estão presentes em uma série de decisões políticas e na legislação relevante no Brasil, em áreas como biodiversidade e serviços ecossistêmicos; agricultura e saúde pública; regulamentação de agrotóxicos e organismos geneticamente modificados (OGMs – transgênicos); saúde animal e comércio internacional; transporte e infraestrutura; e mudanças climáticas e energia. Alguns exemplos em escala nacional são a “Lei dos Agrotóxicos”, a Comissão Nacional de Biossegurança, o Marco Regulatório do Uso da Biodiversidade e o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Na escala subnacional, Estados como São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul têm desenvolvido Planos de Ação para Biodiversidade. Tais regulamentações e políticas refletem as tensões entre interesses primordiais de diferentes setores e as contradições entre os ciclos de políticas em que se estabeleceram, o que resulta tanto em ações potencialmente favoráveis quanto desfavoráveis aos polinizadores e ao serviço ecossistêmico de polinização. Um exemplo é a questão do uso de produtos

5. www.facebook.com/guardioeschapada

contendo neonicotinoides, uma vez que essas substâncias são consideradas um dos fatores relacionados ao colapso de colônias de abelhas (CCD), apesar de não serem a causa única. Outras substâncias ativas também podem acarretar uma série de problemas para as abelhas, como é o caso do fipronil. Uma Instrução Normativa do Ibama, de 2017⁶, instaurou novos procedimentos para o registro de agrotóxicos, que exigem das empresas solicitantes uma série de estudos acerca dos efeitos dos produtos sobre a reprodução, o desenvolvimento e a sobrevivência das abelhas. Desta forma, garante-se maior segurança no processo de registro, com menor impacto dos produtos. No entanto, o tema é atualmente objeto de debate em setores do governo e do legislativo. Além disso, a eficácia do conjunto de regulamentações e políticas que abarcam polinizadores e o serviço ecossistêmico de polinização ainda não foi testada adequadamente, tanto em relação aos efeitos positivos quanto aos negativos. Tampouco se tem clareza, utilizando-se os dados disponíveis, dos custos associados à perda gradual ou parcial de polinizadores, que permitiriam promover análises de custo-risco-benefício. Outro ponto que merece melhor regulamentação, tanto para garantir legalidade à atividade quanto para minimizar os riscos à conservação, é a questão da meliponicultura no Brasil, devido a restrições legais para a criação de abelhas nativas sem ferrão. As normas que disciplinam essa atividade no país são estabelecidas pela Resolução Conama nº 346/2004⁷ e pela Instrução Normativa do Ibama nº 07/2015⁸. Esses instrumentos legais são bastante questionados quanto à sua aplicabilidade e, para muitos meliponicultores e pesquisadores, eles são inadequados para a atividade, o que faz com que esta seja executada de forma clandestina em quase todo o território nacional. Em função disso, surgem problemas decorrentes do comércio e do transporte de ninhos para fora das áreas de ocorrência, que representam riscos para as espécies silvestres, como transmissão de patógenos e parasitas. Assim, ressalta-se que esse risco pode ser transformado em uma oportunidade se a meliponicultura vier a ser incentivada de maneira adequada, em prol da criação sustentável de abelhas nativas sem ferrão.

Diversas iniciativas dos pesquisadores em polinização e polinizadores têm sido desenvolvidas visando a participação na elaboração de políticas públicas para a conservação dos polinizadores e do serviço ecossistêmico de polinização. Em uma ação abrangente, a comunidade científica propôs ao Ministério do Meio Ambiente (na Carta Catalão), em 2017, a implementação da Política Nacional de Uso e Conservação da Polinização e dos Polinizadores no âmbito da Política Nacional de Meio Ambiente. O avanço nessa questão é uma oportunidade para que se reduzam as implicações negativas da fragmentação de políticas e regulamentações acerca dos polinizadores e do serviço ecossistêmico de polinização. E, por fim, enseja também a possibilidade de se gerar um marco balizador para políticas públicas em escala nacional.

6. www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-ibama-n-2-de-9-de-fevereiro-de-2017,1124.html

7. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=448>

8. http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2015/in_ibama_07_2015_institui_categorias_uso_manejo_fauna_silvestre_cativeiro.pdf

Tabela 2. Principais impactos potenciais do declínio dos polinizadores e oportunidades associadas aos polinizadores, à polinização e à produção de alimentos no Brasil.

Impactos potenciais do declínio de polinizadores	Oportunidades criadas pelo manejo sustentável de polinizadores e pela polinização
<i>Impactos diretos na produção agrícola</i>	
Déficit de polinização em cultivos, reduzindo a quantidade ou qualidade visual e nutricional de alimentos (e também fibras, combustíveis e sementes).	Incremento na produtividade ou na estabilidade em longo prazo, a um custo menor do que o do sistema de polinizadores manejados ou de outros meios (por exemplo, polinização manual).
Instabilidade nas safras pelas mudanças na comunidade de polinizadores.	Redução da dependência dos polinizadores manejados, com a manutenção de áreas naturais que proveem serviço ecossistêmico de polinização mais resiliente, com benefícios associados a outros serviços ecossistêmicos, como o fornecimento de água.
Redução na produção de mel e outros produtos apícolas, devido ao declínio de colônias de abelha africanizada e abelhas sem-ferrão.	Redução do risco financeiro decorrente de fluxos de renda diversificados, por meio de outros tipos de safra.
Declínio na produção de frutos coletados por comunidades locais.	Aumento de valor agregado e de ingresso em mercados mais restritivos, por meio de certificações de sustentabilidade dos produtos agrícolas e de apicultura/meliponicultura.
Comprometimento da resiliência dos sistemas de produção agrícola em longo prazo.	
<i>Impactos indiretos na produção agrícola</i>	
Necessidade de maior conversão de terras para produção agropecuária, pela redução de produção e/ou rendimentos.	Programas, ações, práticas e avanços legais na direção de uma agricultura econômica e ambientalmente mais sustentável em longo prazo.
Maior instabilidade de preços e da capacidade de atendimento às demandas, em resposta às variações de produção.	Ação sinérgica envolvendo conservação de polinizadores e outras práticas de intensificação ecológica para incremento de outros serviços ecossistêmicos, por exemplo biocontrole natural, regulação do regime hidrológico e diminuição da sedimentação com restauração de vegetação ciliar.
Perdas de renda e da capacidade de subsistência para produtores de cultivos dependentes de polinizadores.	
Redução na produção de produtos lácteos e de carne, devido ao declínio na qualidade da forragem (inclui alimentação de gado com forragens semeadas e derivados de soja (<i>G. max</i>), por exemplo).	
Redução na qualidade nutricional da dieta humana (teor de vitaminas, micronutrientes etc), devido ao aumento dos preços ou à queda da qualidade dos produtos alimentares e do mel.	

Tabela 2. Continuação

Impactos potenciais do declínio de polinizadores	Oportunidades criadas pelo manejo sustentável de polinizadores e pela polinização
<i>Impactos na biodiversidade</i>	
Perda de diversidade de polinizadores nativos.	Medidas para conservação de polinizadores nativos, inclusive como espécies-bandeira, fomentando efeito em cadeia para conservação da biodiversidade.
Perda de diversidade de plantas nativas devido ao déficit de polinização.	
Aumento na incidência de doenças em populações de polinizadores silvestres e manejados.	Conservação das comunidades de polinizadores, visando aumento da resiliência a mudanças climáticas e a outras variações ambientais, tais como invasão biológica e transferência de doenças a espécies nativas.
Aumento da incidência e disseminação de espécies invasoras devido ao transporte de polinizadores por humanos.	
Instabilidade em processos ecossistêmicos devido à perda de interações planta-polinizador (por exemplo, redução de alimentos para frugívoros).	Polinizadores como recursos biológicos para pesquisa, desenvolvimento e inovação, desde desenvolvimento de medicamentos com base em produtos de abelhas a mini-robôs aéreos (<i>robobees</i>).
<i>Impactos na diversidade biocultural</i>	
Perda de valor estético, felicidade ou bem-estar associados a polinizadores e às plantas nativas que deles dependem.	Manutenção de valor estético, felicidade ou bem-estar associados a polinizadores e plantas nativas dependentes desses, por exemplo, incremento de áreas de proteção permanente, unidades de conservação, criação de jardins de polinizadores, condomínios de abelhas.
Perda de modos de vida distintos, práticas culturais e tradições em que os polinizadores ou seus produtos são parte constituinte.	Manutenção de modos de vida distintos, práticas culturais e tradições nas quais os polinizadores ou seus produtos são parte constituinte.
Diminuição da autossuficiência econômica ou dietética de populações tradicionais e povos indígenas, levando à perda de identidade e de soberania.	Desenvolvimento e disseminação de materiais didáticos sobre polinizadores e polinização no ensino e na educação não formal.

6. Referências Bibliográficas

Abemel (2018). <http://brazilletsbee.com.br/abemel.aspx>.

Acosta AL, Giannini TC, Imperatriz-Fonseca VL, Saraiva AM (2016) Worldwide alien invasion: a methodological approach to forecast the potential spread of a highly invasive pollinator. *PLoS ONE* 11:e0148295. doi: 10.1371/journal.pone.0148295

Agostini K, Lopes AV, Machado IC (2014) Recursos florais. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC (eds) *Biologia da Polinização*. pp 129–150

Aguirre-Gutiérrez J, Kissling WD, Carvalheiro LG, et al. (2016) Functional traits help to explain half-century long shifts in pollinator distributions. *Sci Rep* 6:24451. doi: 10.1038/srep24451

Aizen MA, Harder LD (2009) The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Curr Biol* 19:915–918. doi: 10.1016/j.cub.2009.03.071

Almeida ALS, Albuquerque UP, Castro CC (2011) Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous species of the caatinga (Dry Forest), under different management conditions in northeastern Brazil. *J Arid Environ* 75:330–337. doi: 10.1016/j.jaridenv.2010.11.003

Alves JE, Freitas BM (2006) Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Rev Ciênc Agrônômica* 37:216–220

Alves-dos-Santos I, Aizen MA, Silva CI (2014) Conservação dos Polinizadores. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC (eds) *Biologia da Polinização*. pp 493–524

Amaral E, Mitidieri J (1966) Polinização da abóboreira. *An Esc Super Agric Luiz Queiroz* 23:121–128. doi: 10.1590/S0071-12761966000100012

Anderson AB, Overal WL, Henderson A, et al. (1988) Pollination ecology of a forest-dominant palm (*Orbignya phalerata*) in northern Brazil. *Biotropica* 20:192–205. doi: 10.2307/2388234

Anjos AM, Barbarena FFVA, Pigozzo CM (2016) Biologia reprodutiva de *Vanilla bahiana* Hoehne (Orchidaceae). *Orquidário* 30:67–79

Antunes OT, Calvete EO, Rocha HC, et al. (2007) Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. *Hortic Bras* 25:94–99. doi: 10.1590/S0102-05362007000100018

Araújo D, Siqueira K, Duarte P, Silva N (2014) Comportamento de forrageamento de *Apis mellifera* na melanciaira (*Citrullus lanatus*) no município de Juazeiro, BA. *Rev Verde Agroecol E Desenvol Sustentável* 9:59–67

Barbosa MV, Sousa EML (2016) Biologia floral, ecologia da polinização e eficiência na produção de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em sistemas agrícolas. *Gaia Sci* 10:272–283. doi: 10.21707/gaia.v10.n04a22

Bartelli BF, Nogueira-Ferreira FH (2014) Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). *Sociobiology* 61:510–516. doi: 10.13102/sociobiology.v61i4.510-516

Biesmeijer JC (2006) Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313:351–354. doi: 10.1126/science.1127863

Bommarco R, Marini L, Vaissière BE (2012) Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. *Oecologia* 169:1025–1032. doi: 10.1007/s00442-012-2271-6

Brown JC (1997) Relatório final: componente fauna-equipe de abelhas. Governo do Estado de Rondônia-PLANAFLORO-Zoneamento do Estado, Porto Velho, Rondonia

Brown JC, Albrecht C (2001) The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *J Biogeogr* 28:623–634. doi: 10.1046/j.1365-2699.2001.00583.x

Buchmann SL, Nabham GP (1996) *The forgotten pollinators*. Island Press, Washington, DC

Camargo JMF, Posey DA (1990) Knowledge of the Kayapo on stingless social bees (Meliponidae, Apidae, Hymenoptera): additional notes. *Bol Mus Para Emílio Goeldi* 6:17–42

Cameron SA, Lozier JD, Strange JP, et al. (2011) Patterns of widespread decline in North Ameri-

- can bumble bees. *Proc Natl Acad Sci* 108:662–667. doi: 10.1073/pnas.1014743108
- Camillo E, Garófalo CA (1982) On the bionomics of *Xylocopa frontalis* (Oliver) and *Xylocopa grisescens* (Lepeletier) in southern Brazil. *Rev Bras Biol* 42:574–582
- Carneiro LT, Martins CF (2012) Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. *Apidologie* 43:474–486. doi: 10.1007/s13592-011-0116-7
- Carvalho A, Krug CA (1949) Agentes de polinização da flor do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Bragantia* 9:11–24. doi: 10.1590/S0006-87051949000100002
- Carvalho DM, Presley SJ, Santos GMM (2014a) Niche overlap and network specialization of flower-visiting bees in an agricultural system. *Neotrop Entomol* 43:489–499. doi: 10.1007/s13744-014-0239-4
- Carvalho RM, Martins CF, Mourao J da S (2014b) Meliponiculture in Quilombola communities of Ipiranga and Gurugi, Paraíba state, Brazil: an ethnoecological approach. *J Ethnobiol Ethnomedicine* 10:1–12. doi: 10.1186/1746-4269-10-3
- Cavalcante MC, Oliveira FF, Maués MM, Freitas BM (2012) Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) Trees in Central Amazon rainforest. *Psyche* (Stuttg) 2012:1–9. doi: 10.1155/2012/978019
- Cesário LF, Gaglianone MC (2013) Polinizadores de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em formações vegetacionais de restinga no norte do estado do Rio de Janeiro. *Biosci J* 29:458–467
- Cham K de O, Rebelo RM, Oliveira R de P, et al. (2017) Manual de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas. Ibama/Diqua, Brasília, DF
- Cham KO, Nocelli RCF, Borges LO, et al. (2018) Pesticide exposure assessment paradigm for stingless bees. *Environ Entomol*. doi: 10.1093/ee/nvy137
- Chaplin-Kramer R, Dombeck E, Gerber J, et al. (2014) Global malnutrition overlaps with pollinator-dependent micronutrient production. *Proc R Soc B Biol Sci* 281:20141799–20141799. doi: 10.1098/rspb.2014.1799
- Cinegaglia NC, Bersano CRO, Araújo MJAM, et al. (2013) Anticancer effects of geopropolis produced by stingless bees on canine osteosarcoma cells in vitro. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013:1–6. doi: 10.1155/2013/737386
- Cobra SSO, Silva CA, Krause W, et al. (2015) Características florais e polinizadores na qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-azedo. *Pesqui Agropecu Bras* 50:54–62. doi: 10.1590/S0100-204X2015000100006
- Coelho CP, Oliveira PE, Martín JR (2013) Los murciélagos como vector de polinización del Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb. Caryocaraceae), un recurso clave en las comunidades tradicionales brasileñas. *Chron Naturae* 3:38–48
- Conceição ES da, Delabie JHC, Costa-Neto ADO (2004) A entomofilia do coqueiro em questão: avaliação do transporte de pólen por formigas e abelhas nas inflorescências. *Neotrop Entomol* 33:679–683. doi: 10.1590/s1519-566x2004000600004
- Contrera FAL, Menezes C, Venturieri GC (2011) New horizons on stingless beekeeping (Apidae, Meliponini). *Rev Bras Zootec* 40:48–51
- Coradin L, Sminski A, Reis A (2011) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF
- Cordeiro GD, Pinheiro M, Doetterl S, Alves-dos-Santos I (2017) Pollination of *Campomanesia phaea* (Myrtaceae) by night-active bees: a new nocturnal pollination system mediated by floral scent. *Plant Biol* 19:132–139. doi: 10.1111/plb.12520
- Cortopassi-Laurino M, Imperatriz-Fonseca VL, Roubik DW, et al. (2006) Global meliponiculture: challenges and opportunities. *Apidologie* 37:275–292. doi: 10.1051/apido:2006027
- Costa L, Franco RM, Guimarães LF, et al. (2014) Rescue of stingless bee (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) nests: an important form of mitigating impacts caused by deforestation. *Sociobiology* 61:554–559. doi: 10.13102/sociobiology.v61i4.554-559
- Costa MS, Silva RJ, Paulino-Neto HF, Barbosa Pereira MJ (2017) Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona coriacea* Mart. (Annonaceae) in Brazilian Cerrado: ehavioral features of its principal pollinators. *Plos One* 12:1–14. doi: 10.1371/journal.pone.0171092
- Costa-Neto EM (1998) Folk taxonomy and cultural significance of “abeia” (Insecta, Hymenoptera) to the Pankararé, Northeastern Bahia State, Brazil. *J Ethnobiol* 18:1–13
- Costanza R, D’Arge R, de Groot R, et al. (1997) The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260. doi: 10.1038/387253a0
- Costanza R, de Groot R, Braat L, et al. (2017) Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosyst Serv* 28:1–16. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.09.008
- Cruz DD, Freitas BM, da Silva LA, et al. (2005) Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. *Pesqui Agropecu Bras* 40:1197–1201. doi: 10.1590/S0100-204X2005001200006
- Darrault RO, Schlindwein C (2005) Limited fruit production in *Hancomia speciosa* (Apocynaceae) and pollination by nocturnal and diurnal insects. *Biotropica* 37:381–388. doi: 10.1111/j.1744-7429.2005.00050.x
- de Marco P, Coelho FM (2004) Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures’ pollination and production. *Biodivers Conserv* 13:1245–1255. doi: 10.1023/b:bioc.0000019402.51193.e8
- del Sarto MCL, Peruquetti RC, Campos LAO (2005) Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *J Econ Entomol* 98:260–266. doi: 10.1603/0022-0493-98.2.260
- Dias BSF, Raw A, Imperatriz-Fonseca VL (1999) International Pollinators Initiative: The São Paulo Declaration on Pollinators. Brazilian Ministry of the Environment (MMA), Brasília, DF
- Díaz S, Demissew S, Carabias J, et al. (2015) The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. *Curr Opin Environ Sustain* 14:1–16. doi: 10.1016/j.cosust.2014.11.002
- Dick C (2001) Genetic rescue of remnant tropical trees by an alien pollinator. *Proc R Soc B Biol Sci* 268:2391–2396. doi: 10.1098/rspb.2001.1781
- Diniz ME dos R, Buschini MLT (2015) Pollen analysis and interaction networks of floral visitor bees of *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), in Atlantic Forest areas in southern Brazil. *Arthropod-Plant Interact* 9:623–632. doi: 10.1007/s11829-015-9400-1
- Domingos-Melo A, Nadia T de L, Machado IC (2017) Complex flowers and rare pollinators: Does ant pollination in *Ditassa* show a stable system in Asclepiadoideae (Apocynaceae)? *Arthropod-Plant Interact* 11:339–349. doi: 10.1007/s11829-017-9499-3
- Dorneles LL, Zillikens A, Steiner J, Padilha MTS (2013) Biologia da polinização de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) e associação com abelhas sociais. *Iheringia* 68:47–57
- Ducroquet JPHJ, Hickel ER (1997) Birds as pollinators of feijoa (*Acca sellowiana* Bera). *Acta Hort* 452:37–40. doi: 10.17660/ActaHortic.1997.452.5
- Eilers EJ, Kremen C, Smith Greenleaf S, et al. (2011) Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. *PLoS ONE* 6:e21363. doi: 10.1371/journal.pone.0021363
- Elias MAS, Borges FJA, Bergamini LL, et al. (2017) Climate change threatens pollination services in tomato crops in Brazil. *Agric Ecosyst Environ* 239:257–264. doi: 10.1016/j.agee.2017.01.026
- Ellis AM, Myers SS, Ricketts TH (2015) Do pollinators contribute to nutritional health? *PLoS ONE* 10:e114805. doi: 10.1371/journal.pone.0114805
- Engels W (2009) The first record on Brazilian stingless bees published 450 years ago by Hans Staden. *Genet Mol Res* 8:738–743. doi: 10.4238/vol8-2kerr039
- Falcão MDA, Paraluppi ND, Clement CR (2002) Fenologia e produtividade do jambo (*Syzygium malaccensis*) na Amazônia central. *Acta Amaz* 32:3–8. doi: 10.1590/1809-43922002321008
- Faleiro FV, Nemésio A, Loyola R (2018) Climate change likely to reduce orchid bee abundance even in climatic suitable sites. *Glob Change Biol* 24:2272–2283. doi: 10.1111/gcb.14112
- Faoro ID, Orth AI (2015) Occurrence of melitophilily and cantarophilily on pear trees pollination in Brazil. *Acta Hort* 1094:269–274. doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1094.34

- Faoro ID, Orth AI (2011) Parthenocarpy in Japanese pear tree cultivars in South Brazil. *Acta Hort* 909:415–422. doi: 10.17660/ActaHortic.2011.909.47
- Faria Júnior LRR, Bendini J do N, Barreto LMRC (2008) Eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L. e polinização entomófila em pimentão “Casca-dura Ikeda.” *Bragantia* 67:261–266. doi: 10.1590/S0006-87052008000200001
- Fava WS, Covre W da S, Sigrist MR (2011) *Attaea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Arecaceae, Arecoideae): phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. *Flora Morphol Distrib Funct Ecol Plants* 206:575–584. doi: 10.1016/j.flora.2011.02.001
- Ferreira PA, Boscolo D, Carvalheiro LG, et al. (2015) Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. *Landsc Ecol* 30:2067–2078. doi: 10.1007/s10980-015-0231-3
- Ferreira-Caliman MJ, Silva CI da, Mateus S, et al. (2012) Neutral sterols of cephalic glands of stingless bees and their correlation with sterols from pollen. *Psyche J Entomol* 2012:1–7. doi: 10.1155/2012/982802
- Flores LMA, Filho AJSP, Westerkamp C, Freitas BM (2012) A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. *Iheringia Sér Botânica* 67:189–197
- Franceschinelli EV, Elias MAS, Bergamini LL, et al. (2017) Influence of landscape context on the abundance of native bee pollinators in tomato crops in Central Brazil. *J Insect Conserv* 21:715–726. doi: 10.1007/s10841-017-0015-y
- Franchin M, da Cunha MG, Denny C, et al. (2012) Geopropolis from *Melipona scutellaris* decreases the mechanical inflammatory hypernociception by inhibiting the production of IL-1 beta and TNF-alpha. *J Ethnopharmacol* 143:709–715. doi: 10.1016/j.jep.2012.07.040
- Freitas BM, Alves JE (2008) Efeito do número de visitas florais da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma. *Rev Ciênc Agrônômica* 39:148–154
- Freitas BM, Alves JE, Brandão GF, Araujo ZB (1999) Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. *J Agric Sci* 133:303–311. doi: 10.1017/S0021859699006930
- Freitas BM, Imperatriz-Fonseca VL, Medina LM, et al. (2009) Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40:332–346. doi: 10.1051/apido/2009012
- Freitas BM, Oliveira-Filho JH (2003) Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciênc Rural* 33:1135–1139. doi: 10.1590/S0103-84782003000600021
- Freitas BM, Pinheiro JN (2010) Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. *Oecologia Aust* 14:282–298. doi: 10.4257/oeco.2010.1401.17
- Fuentes JD, Chamecki M, Roulston T, et al. (2016) Air pollutants degrade floral scents and increase insect foraging times. *Atmos Environ* 141:361–374. doi: 10.1016/j.atmosenv.2016.07.002
- Gaglianone MC, Campos MJO, Franceschinelli E, et al. (2015) Plano de manejo para os polinizadores do tomateiro. *Funbio*, Rio de Janeiro, RJ
- Gaglianone MC, Rocha HHS, Benevides RC, et al. (2010) Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. *Oecologia Aust* 14:152–164. doi: 10.4257/oeco.2010.1401.08
- Gallai N, Salles J-M, Settele J, Vaissière BE (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol Econ* 68:810–821. doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014
- Gallai N, Vaissière BE (2009) Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale. *FAO*, Rome
- Garibaldi LA, Bartomeus I, Bommarco R, et al. (2015) Review: Trait matching of flower visitors and crops predicts fruit set better than trait diversity. *J Appl Ecol* 52:1436–1444. doi: 10.1111/1365-2664.12530
- Garibaldi LA, Carvalheiro LG, Vaissière BE, et al. (2016) Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and lar-

ge farms. *Science* 351:388–391. doi: 10.1126/science.aac7287

Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R, et al. (2013) Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339:1608–1611. doi: 10.1126/science.1230200

Garófalo CA, Martins CF, Aguiar CML de, et al. (2012) As abelhas solitárias e perspectivas para seu uso na polinização no Brasil. In: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM (eds) *Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. Editora da Universidade de São Paulo, pp 183–202.

Garratt MPD, Breeze TD, Jenner N, et al. (2014) Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agric Ecosyst Environ* 184:34–40. doi: 10.1016/j.agee.2013.10.032

Giannini TC, Acosta AL, Garófalo CA, et al. (2012) Pollination services at risk: bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecol Model* 244:127–131. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2012.06.035

Giannini TC, Acosta AL, Silva CI, et al. (2013) Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian Tropical Savannas under climate change. *Agric Ecosyst Environ* 171:39–46. doi: 10.1016/j.agee.2013.03.003

Giannini TC, Boff S, Cordeiro GD, et al. (2015a) Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie* 46:209–223. doi: 10.1007/s13592-014-0316-z

Giannini TC, Cordeiro GD, Freitas BM, et al. (2015b) The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *J Econ Entomol* 108:849–857. doi: 10.1093/jee/tov093

Giannini TC, Costa WF, Cordeiro GD, et al. (2017) Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. *Plos One* 12(8): e0182274. doi: 10.1371/journal.pone.0182274

Gibbs PE, Oliveira PE, Bianchi MB (1999) Postzygotic control of selfing in *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae-Caesalpinioideae), a bat-pollinated tree of the Brazilian Cerrados. *Int J Plant Sci* 160:72–78. doi: 10.1086/314108

Gottsberger G (1989) Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. *Plant Syst Evol* 167:165–187. doi: 10.1007/BF00936404

Goulson D, Lye GC, Darvill B (2008) Decline and conservation of bumble bees. *Annu Rev Entomol* 53:191–208. doi: 10.1146/annurev.ento.53.103106.093454

Gressler E, Pizo MA, Morellato LPC (2006) Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Rev Bras Botânica* 29:509–530. doi: 10.1590/S0100-84042006000400002

Gribel R, Hay JD (1993) Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. *J Trop Ecol* 9:199–211. doi: 10.1017/S0266467400007173

Guimarães RA, Pérez-Maluf R, Maria Aparecida Castellani E (2009) Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores da goiaba em pomar comercial de Salinas, MG. *Bragantia* 68:23–27. doi: 10.1590/S0006-87052009000100003

Hagen M, Kissling WD, Rasmussen C, et al. (2012) Biodiversity, species interactions and ecological networks in a fragmented world. pp 89–210

Hegland SJ, Nielsen A, Lázaro A, et al. (2009) How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecol Lett* 12:184–195. doi: 10.1111/j.1461-0248.2008.01269.x

Higashi KO, De Castro SL (1994) Propolis extracts are effective against *Trypanosoma cruzi* and have an impact on its interaction with host-cells. *J Ethnopharmacol* 43:149–155. doi: 10.1016/0378-8741(94)90012-4

Hipólito J, Boscolo D, Viana BF (2018) Landscape and crop management strategies to conserve pollination services and increase yields in tropical coffee farms. *Agric Ecosyst Environ* 256:218–225. doi: 10.1016/j.agee.2017.09.038

Hipólito J, Viana BF, Garibaldi LA (2016) The value of pollinator-friendly practices: synergies between natural and anthropogenic assets. *Basic Appl Ecol* 17:659–667. doi: 10.1016/j.baae.2016.09.003

Ibarra-Isassi J, Sendoya SF (2016) Ants as floral visitors of *Blutaparon portulacoides* (A. St-Hil.) Mears (Amaranthaceae): an ant pollination system

in the Atlantic Rainforest. *Arthropod-Plant Interact* 10:221–227. doi: 10.1007/s11829-016-9429-9

IBGE (2013) Prodlis-Agro/Pesca 2013. <https://concla.ibge.gov.br/estrutura/produtos-estrutura/prodlis-agro-pesca.html>

IBGE (2016) Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. IBGE, Rio de Janeiro.

Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves D de A, Saraiva AM (2012a) Polinizadores e Polinização – um Tema Global. In: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves D de A, Saraiva AM (eds) Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. Editora da Universidade de São Paulo, pp 25–48.

Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM (eds) (2012b) Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Inouye DW (2008) Effects of climate change on phenology, frost damage, and floral abundance of montane wild flowers. *Ecology* 89:353–362. doi: 10.1890/06-2128.1

IPBES (2016) The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Potts SG, Imperatriz-Fonseca VL, Ngo HT (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn. 552p.

Jaffé R, Pope N, Acosta AL, et al. (2016) Bee-keeping practices and geographic distance, not land use, drive gene flow across tropical bees. *Mol Ecol* 25:5345–5358. doi: 10.1111/mec.13852

Jaffé R, Pope N, Carvalho AT, et al. (2015) Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *Plos One* 10:. doi: 10.1371/journal.pone.0121157

Johansen CA, Mayer DF (1990) Pollinator Protection: a bee and pesticide handbook. Wicwas Press, Cheshire.

Junqueira CN, Augusto SC (2017) Bigger and sweeter passion fruits: effect of pollinator enhan-

cement on fruit production and quality. *Apidologie* 48:131–140. doi: 10.1007/s13592-016-0458-2

Junqueira CN, Hogendoorn K, Augusto SC (2012) The use of trap-nests to manage carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini), pollinators of passion fruit (Passifloraceae: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Ann Entomol Soc Am* 105:884–889. doi: 10.1603/AN12061

Junqueira CN, Rabelo LS, Alves Ferreira Bastos EM, Augusto SC (2017) Do flexible pollen foraging habits of *Xylocopa frontalis* (Apidae, Xylocopini) contribute to nest management in passion fruit crops? *J Apic Res* 56:646–652. doi: 10.1080/00218839.2017.1370901

Kearns CA, Inouye DW, Waser NM (1998) Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annu Rev Ecol Syst* 29:83–112. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83

Kiill LHP, Coelho M de S, Siqueira KM de M, Costa ND (2011) Avaliação do padrão de visitação de *Apis mellifera* em três cultivares de meloeiro, em Petrolina-PE, Brasil. *Rev Bras Frutic* 33:455–460. doi: 10.1590/S0100-29452011000500060

Kiill LHP, da Costa JG (2003) Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. *Ciênc Rural* 33:851–856. doi: 10.1590/S0103-84782003000500009

Klatt BK, Holzschuh A, Westphal C, et al. (2013) Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *Proc R Soc B Biol Sci* 281:20132440–20132440. doi: 10.1098/rspb.2013.2440

Kleijn D, Winfree R, Bartomeus I, et al. (2015) Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nat Commun* 6:. doi: 10.1038/ncomms8414

Klein A-M, Vaissiere BE, Cane JH, et al. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc R Soc B Biol Sci* 274:303–313. doi: 10.1098/rspb.2006.3721

Koffler S, Menezes C, Menezes PR, et al. (2015) Temporal variation in honey production by the stingless bee *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae): long-term management reveals its potential as a commercial species in Northeastern Brazil. *J Econ Entomol* 108:858–867. doi: 10.1093/jee/tov055

Kremen C, Williams NM, Aizen MA, et al. (2007) Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecol Lett* 10:299–314. doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x

Krug C, Alves-dos-Santos I, Cane J (2010) Abelhas visitantes de flores de *Cucurbita* (Cucurbitaceae), com ênfase sobre a presença de *Peponapis fervens* Smith (Eucerini - Apidae) - Santa Catarina, sul do Brasil. *Oecologia Aust* 14:128–139. doi: 10.4257/oeco.2010.1401.06

Krug C, Garcia MVB, Gomes FB (2015) A scientific note on new insights in the pollination of guarana (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*). *Apidologie* 46:164–166. doi: 10.1007/s13592-014-0304-3

Küchmeister H, Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G (1997) Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. *Plant Syst Evol* 206:71–97. doi: 10.1007/BF00987942

Lattaro LH, Malerbo-Souza DT (2006) Polinização entomófila em abóbora caipira, *Cucurbita mixta* (Cucurbitaceae). *Acta Sci Agron* 28:563–568

Lenko K, Papavero N (1996) Insetos no Folclore. Plêiade/FAPESP, São Paulo. 468p.

Lopes MTR, Gonçalves JC, Message D, Pereira FM, Camargo RCR (2004) Doenças e inimigos naturais das abelhas. Embrapa Meio-Norte, Teresina.

Luca PAD, Vallejo-Marín M (2013) What's the 'buzz' about? The ecology and evolutionary significance of buzz-pollination. *Curr Opin Plant Biol* 16:429–435. doi: 10.1016/j.pbi.2013.05.002

Machado IC (2004) Oil-collecting bees and related plants: a review of the studies in the last twenty years and case histories of plants occurring in NE Brazil. In: Solitary bees, conservation, rearing and management for pollination. Editora Universitária, Fortaleza, CE, pp 255–280

Magalhães CB, Freitas BM (2013) Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. *Apidologie* 44:234–239. doi: 10.1007/s13592-012-0175-4

Maia ACD, Carvalho AT, Paulino-Neto HF, Schlindwein C (2012) Besouros (Insecta, Coleoptera) como polinizadores no Brasil: perspectivas no uso sustentado e conservação na polinização. In: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM (eds) Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. Edusp, São Paulo. p.153-174.

Maia-Silva C, Imperatriz-Fonseca VL, Silva CI, Hrnair M (2014) Environmental windows for foraging activity in stingless bees, *Melipona subnitida* Ducke and *Melipona quadrifasciata* Lepelletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Sociobiology* 61:378–385. doi: 10.13102/sociobiology.v61i4.378-385

Malagodi-Braga KS, Peixoto Kleinert ADM (2004) Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? *Aust J Agric Res* 55:771–773. doi: 10.1071/AR03240

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2009) Visitantes florais em cultura de quiabo (*Abelmoschus esculentus* - Malvaceae). *Ciênc E Cult* 4:63–70

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2013) Efeito da interação abelha-flor na produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Zootec Trop* 31:81–96

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2010a) Visitantes florais na cultura do limoeiro. *Ciênc E Cult* 6:53–58

Malerbo-souza DT, Halak AL (2012) Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. "Catuai Vermelho." *Científica* 40:1–11

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2010b) Comportamento de forrageamento das abelhas africanizadas *Apis mellifera* em cultura de abóbora caipira (*Cucurbita mixta*). *Ciênc E Cult* 5:29–38

Malerbo-Souza DT, Nogueira-Couto RH, Couto LA (2003) Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). *Anim Sci* 40:237–242. doi: 10.1590/s1413-95962003000400001

Malerbo-Souza DT, Tadeu AM, Bettini PC, Toledo VDAAD (1999) Importância dos insetos na produção de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.)

- Cucurbitaceae. Acta Sci 21:579–583. doi: 10.4025/actasciagron.v27i3.1408
- Malerbo-Souza DT, Toledo VDAAD, Silva SRD, Sousa FF (2000) Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). Acta Sci Agron 22:937–941
- Marcucci MC (1995) Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. Apidologie 26:83–99. doi: 10.1051/apido:19950202
- Marques AAB de, Fontana CS, Vélez E, et al. (eds) (2003) Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. FZB/MCT- PU-CRS/PANGEA
- Martins AC, Gonçalves RB, Melo GAR (2013) Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years. Zoologia 30:157–176. doi: 10.1590/s1984-46702013000200006
- Martins AC, Melo GAR (2010) Has the bumblebee *Bombus bellicosus* gone extinct in the northern portion of its distribution range in Brazil? J Insect Conserv 14:207–210. doi: 10.1007/s10841-009-9237-y
- Martins CF, Cortopassi-Laurino M, Koedam D, Imperatriz-Fonseca V (2004) Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga (Seridó, PB; João Câmara, RN). Biota Neotropica 4:1–8. doi: 10.1590/s1676-06032004000200003
- Martins LR, Gribel R (2007) Polinização de *Caryocar greatervillosum* (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma árvore emergente da Amazônia Central. Rev Bras Botânica 30:37–45. doi: 10.1590/s0100-84042007000100005
- Maués MM (2014) Economia e polinização: custos, ameaças e alternativas. In: Biologia da Polinização. pp 607–636
- Maués MM, Couturier G (2002) Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. Rev Bras Botânica 25:441–448. doi: 10.1590/S0100-84042002012000008
- Maués MM, Sousa LA, Miyayaga R (2000) Insetos polinizadores do cupuaçuzeiro (*Theobroma gran-*
- diflorum*) (Willd. Ex Sprengel) Schum - Sterculiaceae) no estado do Pará, Brasil. Belém, PA
- Maués MM, Venturieri GC (1996) Ecologia da polinização do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) Clusiaceae. Boletim Pesqui Embrapa 170:1–26
- Maués MM, Venturieri GC (1997) Pollination ecology of *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae), a fruit tree from eastern Amazon region. Acta Hort 437:255–259. doi: 10.17660/actahortic.1997.437.29
- Melo C (2001) Diurnal bird visiting of *Caryocar brasiliense* Camb. in Central Brazil. Braz J Biol 61:311–316. doi: 10.1590/S0034-71082001000200014
- Memmott J, Craze PG, Waser NM, Price MV (2007) Global warming and the disruption of plant-pollinator interactions. Ecol Lett 10:710–717. doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01061.x
- Mendes FN, Valente RM, Rêgo MMC, Esposito MC (2016) The floral biology and reproductive system of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in a restinga environment in northeastern Brazil. Brittonia 69:11–25. doi: 10.1007/s12228-016-9444-2
- Milfont MO, Rocha EEM, Lima AON, Freitas BM (2013) Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. Environ Chem Lett 11:335–341. doi: 10.1007/s10311-013-0412-8
- Morais CR, Travençolo BAN, Carvalho SM, et al. (2018) Ecotoxicological effects of the insecticide fipronil in Brazilian native stingless bees *Melipona scutellaris* (Apidae: Meliponini). Chemosphere 206:632–642. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.04.153
- Morais MM, de Jong D, Message D, Gonçalves LS (2012) Perspectivas e desafios para o uso das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In: Polinizadores no Brasil. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, pp 203–236
- Moreira EF, Boscolo D, Viana BF (2015) Spatial heterogeneity regulates plant-pollinator networks across multiple landscape scales. Plos One 10:1–19. doi: 10.1371/journal.pone.0123628
- Moura JIL, Cividanes FJ, Dos Santos Filho LP, Valle RR (2008) Polinização do dendezeiro por besouros no sul da Bahia. Pesqui Agropecu Bras 43:289–294. doi: 10.1590/S0100-204X2008000300001
- Murad JM, Soares AMVC, Bankova V, Sforcin JM (2002) Effects of propolis from Brazil and Bulgaria on fungicidal activity of macrophages against *Paracoccidioides brasiliensis*. J Ethnopharmacol 79:331–334. doi: 10.1016/S0378-8741(01)00404-4
- Nadia T de L, Machado IC, Lopes AV (2007a) Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. Rev Bras Botânica 30:89–100. doi: 10.1590/S0100-84042007000100009
- Nadia T de L, Machado IC, Lopes AV (2007b) Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. Acta Bot Bras 21:835–845. doi: 10.1590/S0102-33062007000400008
- Nemésio A, Silva DP, Nabout JC, Varela S (2016) Effects of climate change and habitat loss on a forest-dependent bee species in a tropical fragmented landscape. Insect Conserv Divers 9:149–160. doi: 10.1111/icad.12154
- Nocelli RCF, Malaspina O, Carvalho SM, et al. (2012) As abelhas e os defensivos agrícolas. In: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA, Saraiva AM (eds) Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais, 1st edn. São Paulo, SP, pp 257–272
- Nogueira-Neto P (1997) Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. Editora Nogueirapis, São Paulo, SP
- Nogueira-Neto P, Carvalho A, Antunes-Filho H (1959) Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café Bourbon. Bragantia 18:441–468
- Nunes NAS, Leite AV, Castro CC (2016) Phenology, reproductive biology and growing degree days of the grapevine “Isabel” (*Vitis labrusca*, Vitaceae) cultivated in northeastern Brazil. Braz J Biol 76:975–982. doi: 10.1590/1519-6984.05315
- Nunes-Silva P, Hrnir M, Da Silva CI, et al. (2013) Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. Apidologie 44:537–546. doi: 10.1007/s13592-013-0204-y
- Nunes-Silva P, Hrnir M, Imperatriz-Fonseca VL (2010) A polinização por vibração. Oecologia Aust 14:140–151. doi: 10.4257/oeco.2010.1401.07
- Oliveira M do SP de, Couturier G, Beserra P (2003) Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. Acta Bot Bras 17:343–353. doi: 10.1590/s0102-33062003000300002
- Oliveira F dos S, Ribeiro MHM, Nunez CV, de Albuquerque PMC (2016) Flowering phenology of *Mouriri guianensis* (Melastomataceae) and its interaction with the crepuscular bee *Megalopta amoena* (Halictidae) in the restinga of Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. Acta Amaz 46:281–290. doi: 10.1590/1809-4392201504853
- Oliveira FF, Franco TM, Mahlmann T, et al. (2012a) O impedimento taxonômico no Brasil e o desenvolvimento de ferramentas auxiliares para identificação de espécies. In: Polinizadores no Brasil. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, pp 273–300.
- Oliveira JEM, Nicodemo D, Oliveira FFD (2015) Contribuição da polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. Pesqui Agropecu Trop 45:56–65. doi: 10.1590/1983-40632015v4529199
- Oliveira MO, Souza FX, Freitas BM (2012b) Abelhas visitantes florais, eficiência polinizadora e requerimentos de polinização na cajazeira (*Spondias mombin*). Rev Acadêmica Ciênc Anim 277–284. doi: 10.7213/academica.7711
- Oliveira MSP, Padilha NCC, Fernandes TSD (2002) Ecologia da polinização de *Oenocarpus mapora* Karsten. (Arecaceae) nas condições de Belém (PA). Rev Ciênc Agrár 38:91–106
- Oliveira R, Schlindwein C (2009) Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). J Econ Entomol 102:265–273. doi: 10.1603/029.102.0136
- Ollerton J, Winfree R, Tarrant S (2011) How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos 120:321–326. doi: 10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x

- Patricio GB, Grisolia BB, Desuo IC, *et al.* (2012) The importance of bees for eggplant cultivations (Hymenoptera: Apidae, Andrenidae, Halictidae). *Sociobiology* 59:1037–1052
- Paulino-Neto HF (2014) Polinização e biologia reprodutiva de araticum-liso (*Annona coriacea* Mart.: Annonaceae) em uma área de cerrado paulista: implicações para fruticultura. *Rev Bras Frutic* 36:132–140. doi: 10.1590/S0100-29452014000500016
- Pedro SRM (2014) The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology* 61:348–354. doi: 10.13102/sociobiology.v61i4.348-354
- Pereira SCP, Gamarra-Rojas CFL, Gamarra-Rojas G, *et al.* (2003) Plantas úteis do Nordeste do Brasil. CNIP-APNE, Recife.
- Perosa JMY, Araújo EMR, Santos MLA, Albarracin VN (2004) Parâmetros de competitividade do mel brasileiro. *Informações Econômicas* 34:41–48.
- Pinheiro JN, Freitas BM (2010) Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. *Oecologia Aust* 14:266–281. doi: 10.4257/oeco.2010.1401.16
- Pinto LCL, Morais LMO, Guimarães AQ, *et al.* (2016) Traditional knowledge and uses of the *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) by “quilombolas” of Minas Gerais, Brazil: subsidies for sustainable management. *Braz J Biol* 76:511–519. doi: 10.1590/1519-6984.22914
- Pinto NS, Silva DP, Rodrigues JG, De Marco P (2015) The size but not the symmetry of the wings of *Eulaema nigrata* Lepeletier (Apidae: Euglossini) is affected by human-disturbed landscapes in the Brazilian Cerrado Savanna. *Neotrop Entomol* 44:439–447. doi: 10.1007/s13744-015-0316-3
- Piratelli AJ, Piña-Rodrigues FCM, Gandara FB, *et al.* (1998) Biologia da polinização de *Jacaratia spinosa* (Aubl) Adc. (Caricaceae) em mata residual do sudeste brasileiro. *Rev Bras Biol* 58:671–679. doi: 10.1590/S0034-71081998000400015
- Pires CSS, de Mello Pereira F, do Rêgo Lopes MT, *et al.* (2016) Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? *Pesqui Agropecu Bras* 51:422–442. doi: 10.1590/S0100-204X2016000500003
- Pires EZ, Stedille LIB, Machado S, *et al.* (2014) Biologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em remanescente de Floresta Ombrófi Mista Altomontana. *Rev Ciênc Agroveterinárias* 13:171–180.
- Posey DA (1983) Folk apiculture of the Kayapo Indians of Brazil. *Biotropica* v. 15 154–154–158. doi: 10.2307/2387963
- Posey DA, Camargo JMF (1985) Additional notes on the classification and knowledge of stingless bees (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera) by the Kayapó Indians of Gorotire, Para, Brazil. *Ann Carnegie Mus* 54:247–274
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, *et al.* (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol Evol* 25:345–353. doi: 10.1016/j.tree.2010.01.007
- Powell AH, Powell GVN (1987) Population dynamics of male Euglossine bees in Amazonian Forest fragments. *Biotropica* 1987:176–179. doi: 10.2307/2388742
- R Core Team (2017) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Ramalho AV, Gaglianone MC, Oliveira ML de (2009) Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. *Rev Bras Entomol* 53:95–101. doi: 10.1590/s0085-56262009000100022
- Ratcliffe N, Azambuja P, Mello CB (2014) Recent advances in developing insect natural products as potential modern day medicines. *Hindawi* 2014:1–22. doi: doi.org/10.1155/2014/904958
- Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC (eds) (2014a) Biologia da polinização. Projeto Cultural, Rio de Janeiro.
- Rech AR, Bergamo PJ, Figueiredo RA (2014b) Polinização abiótica. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC (eds) Biologia da Polinização. Projeto Cultural, Rio de Janeiro, pp 183–204.
- Rech AR, Westerkamp C (2014) Biologia da polinização: uma síntese histórica. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC (eds) Biologia da Polinização. Projeto Cultural, Rio de Janeiro, pp 27–43.
- Rêgo MMC, Albuquerque PMC, Ramos MC, Ribeiro EK (2014) Polinizadores do murici (*Byrsonima crassifolia*, Malpighiaceae) em uma área nativa: diversidade de espécies, nidificação e seu uso sustentável na agricultura. In: Uso sustentável e restauração da diversidade dos polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas relacionados: Planos de Manejo. Funbio, Rio de Janeiro, pp 131–154.
- Ribeiro EKMD, Rêgo MMC, Machado IC (2006) Aspectos da polinização do murici pitanga - *Byrsonima chrysophylla* (Malpighiaceae). In: Rêgo MMC, Albuquerque PMC (eds) Polinização do Murici. EDUFMA, São Luis, pp 49–54.
- Rizzardo RAG, Milfont MO, Da Silva EMS, Freitas BM (2012) *Apis mellifera* pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). *An Acad Bras Cienc* 84:1137–1145. doi: 10.1590/S0001-37652012005000057
- Rosa A de S, Blochtein B, Lima DK (2011) Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil. *Sci Agric* 68:255–259. doi: 10.1590/s0103-90162011000200018
- Rosa RK, Koptur S (2013) New findings on the pollination biology of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in Roraima, Brazil: linking dioecy, wind, and habitat. *Am J Bot* 100:613–621. doi: 10.3732/ajb.1200446
- Roselino AC, Santos SAB, Bego LR (2010) Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille 1811) sob cultivo protegido. *Rev Bras Biociências* 8:154–158
- Roselino AC, Santos SB, Hrcncir M, Bego LR (2009) Differences between the quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*) pollinated by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* and *Nannotrigona testaceicornis*. *Genet Mol Res* 8:539–545. doi: 10.4238/vol8-2kerr005
- Roubik DW (2018) The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners. Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO), Roma.
- Roubik DW (2006) Stingless bee nesting biology. *Apidologie* 37:124–143. doi: 10.1051/apido:2006026
- Sabbag OJ, Nicodemo D (2011) Viabilidade econômica para produção de mel em propriedade familiar. *Pesqui Agropecuária Trop* 41:94–101. doi: 10.5216/pat.v41i1.10414
- Santos AOR, Bartelli BF, Nogueira-Ferreira FH (2014) Potential pollinators of tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae), in open crops and the effect of a solitary bee in fruit set and quality. *J Econ Entomol* 107:987–994. doi: 10.1603/EC13378
- Santos CF, Acosta AL, Nunes-Silva P, *et al.* (2015) Climate warming may threaten reproductive diapause of a highly eusocial bee. *Environ Entomol* 44:1172–1181. doi: 10.1093/ee/nvv064
- Santos GM, Antonini Y (2008) The traditional knowledge on stingless bees (Apidae: Meliponina) used by the Enawene-Nawe tribe in western Brazil. *J Ethnobiol Ethnomedicine* 4:1–9. doi: 10.1186/1746-4269-4-19
- Santos SAB, Roselino AC, Bego LR (2008) Pollination of cucumber, *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponina) in greenhouses. *Neotrop Entomol* 37:506–512. doi: 10.1590/s1519-566x2008000500002
- Santos SAB, Roselino AC, Hrcncir M, Bego LR (2009) Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Genet Mol Res* 8:751–757. doi: 10.4238/vol8-2kerr015
- Saraiva AM, Acosta AL, Giannini TC, *et al.* (2012) *Bombus terrestris* na América do Sul: Possíveis rotas de invasão deste polinizador exótico até o Brasil. In: Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves D de A, Saraiva AM (eds) Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, pp 315–334.
- Saturni FT, Jaffé R, Metzger JP (2016) Landscape structure influences bee community and coffee pollination at different spatial scales. *Agric Ecosyst Environ* 235:1–12. doi: 10.1016/j.agee.2016.10.008
- Sazan MS, Queiroz EP, Ferreira-Caliman MJ, *et al.* (2014) Manejo dos polinizadores da aceroleira. Holo, Ribeirão Preto.
- Scariot AO, Lleras E, Hay JD (1991) Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in central Brazil. *Biotropica* 23:12–22. doi: 10.2307/2388683
- Sezerino AA, Orth AI (2015) Polinização da pereira-portuguesa em Bom Retiro-SC, Brasil. *Rev Bras Frutic* 37:943–951. doi: 10.1590/0100-2945-209/14
- Shanley P, Serra M, Medina G (2010) Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica. Cifor, Bogor. 316p.

Sheppard AW, Hill R, DeClerck-Floate RA, *et al.* (2003) A global review of risk-benefit-cost analysis for the introduction of classical biological control agents against weeds: a crisis in the making? *Bio-control News Inf* 24:91N-108N

Silva CI, Bordon NG, Filho LC da R, Garófalo CA (2012) The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrata* (Hymenoptera: Apidae) in sweet passion fruit fields. *Rev Biol Trop* 60:1553-1565. doi: 10.15517/rbt.v60i4.2073

Silva ALG da, Pinheiro MCB (2009) Reproductive success of four species of *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta Bot Bras* 23:526-534. doi: 10.1590/s0102-33062009000200024

Silva SR da, Malerbo-Souza DT, Toledo VDAAD (2002) Métodos para atrair a abelha *Apis mellifera* L. em cultura de abacate (*Persea americana* Mill.). *Acta Sci Anim Sci* 24:889-896. doi: 10.4025/actascianimsci.v24i0.2338

Silva DP, Nogueira DS, De Marco P (2017) Contrasting patterns in solitary and eusocial bees while responding to landscape features in the Brazilian Cerrado: a multiscaled perspective. *Neotrop Entomol* 46:264-274. doi: 10.1007/s13744-016-0461-3

Silva MF, Miranda IPA, Barbosa EM (1987) Aspectos sobre a polinização do "dendezeiro" *Elaeis guineensis* JACQ. e do "Caiaué" *Elaeis oleifera* (H. B. K.) cortés. (Arecaceae). *Acta Amaz* 17:209-218. doi: 10.1590/1809-43921987171218

Silva SR, Malerbo-Souza DT (2003) Eficiência de extratos de plantas medicinais e aromáticas em atrair abelha africanizada (*Apis mellifera* L.) em cultura de abacateiro (*Persea americana* Mill.). *Rev Bras Pl Med* 6:56-59

Silva-Neto CM, Bergamini LL, Elias MAS, *et al.* (2017) High species richness of native pollinators in Brazilian tomato crops. *Braz J Biol* 77:506-513. doi: 10.1590/1519-6984.17515

Silveira FA, Melo GAR, Almeida E (2002) Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Fernando A. Silveira, Belo Horizonte. 253p.

Siqueira K, Kiill LHP, Costa ND, *et al.* (2011a) Padrão de visitação de *Apis mellifera* em cultivo de melão do tipo amarelo com e sem cobertura plástica. *Hortic Bras* 30:S1074-S1080

Siqueira K, Kiill LHP, Gama DR da S, *et al.* (2012) Comparação do padrão de floração e de visitação do meloeiro do tipo amarelo em Juazeiro-BA.

Rev Bras Frutic 33:473-478. doi: 10.1590/s0100-29452011000500063

Siqueira K, Kiill LHP, Martins CF, *et al.* (2009) Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. *Rev Bras Frutic* 31:1-12. doi: 10.1590/s0100-29452009000100003

Siqueira KMM (2008) Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do vale do submédio do São Francisco. *Rev Bras Fruticultura* 30:303-310. doi: 10.1590/s0100-29452008000200006

Siqueira KMM, Martins CF, Kiill LHP, Silva LT (2011b) Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC, Malpighiaceae). *Rev Caatinga* 24:18-25.

Smith MR, Singh GM, Mozaffarian D, Myers SS (2015) Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: a modelling analysis. *Lancet* 386:1964-1972. doi: 10.1016/s0140-6736(15)61085-6

Soria SJ, Wirth WW, Bicelli R (1982) Ocorrência de mosquinhas caratopogonídeas (Diptera, Nematocera) em cacauais do Pará e Rondônia, Brasil, e anotações sobre seus locais de coleta. *Rev Theobroma* 12:37-40

Sousa JH, Pigozzo CM, Viana BF (2010) Polinização de manga (*Mangifera indica* L. - Anacardiaceae) variedade Tommy Atkins, no vale do São Francisco, Bahia. *Oecologia Aust* 14:165-173. doi: 10.4257/oeco.2010.1401.09

Sousa RM, Aguiar O de S, Freitas BM, *et al.* (2009) Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Aracaju - CE - Brasil. *Rev Caatinga* 22:238-242

Stahl JM, Nepi M, Galetto L, *et al.* (2012) Functional aspects of floral nectar secretion of *Ananas ananassoides*, an ornithophilous bromeliad from the Brazilian savanna. *Ann Bot* 109:1243-1252. doi: 10.1093/aob/mcs053

Storti EF (1993) Biologia floral de *Mauritia flexuosa*, Lin. Fil, na região de Manaus, AM, Brasil. *Acta Agron* 23:371-381. doi: 10.1590/1809-43921993234381

Storti EF (2002) Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Passiflora coccinea* Aubl. em Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amaz* 32:421-429. doi: 10.1590/1809-43922002323429

Toledo VDAAD, Malerbo-Souza DT, Selegatto Filho JC, *et al.* (2011) Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja var. Mon Soy 3329. *Rev Varia Sci Agrár* 02:123-130

Tschoeke PH, Oliveira EE, Dalcin MS, *et al.* (2015) Diversity and flower-visiting rates of bee species as potential pollinators of melon (*Cucumis melo* L.) in the Brazilian Cerrado. *Sci Hortic* 186:207-216. doi: 10.1016/j.scienta.2015.02.027

Vaissière BE, Freitas BM, Gemmill-Herren (2011) Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use. FAO, Roma

Venturieri GC (2008) Contribuições para a criação racional de meliponíneos amazônicos. Embrapa

Viana BF, Boscolo D, Mariano-Neto E, *et al.* (2012) How well do we understand landscape effects on pollinators and pollination services? *J Pollinat Ecol* 7:31-41

Viana BF, Gabriel J, Garibaldi LA, *et al.* (2014) Stingless bees further improve apple pollination and production. *J Pollinat Ecol* 14:261-269

Vieira RF, Camillo J, Coradin L (2016) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o Futuro: Região Centro-Oeste. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, DF

Vilà M, Bartomeus I, Dietzsch AC, *et al.* (2009) Invasive plant integration into native plant-pollinator networks across Europe. *Proc R Soc B Biol Sci* 276:3887-3893. doi: 10.1098/rspb.2009.1076

Vilhena AMGF, Rabelo LS, Bastos EMAF, Augusto SC (2012) Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. *Apidologie* 43:51-62. doi: 10.1007/s13592-011-0081-1

Villanueva-G R, Roubik DW, Colli-Ucán W (2005) Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán peninsula. *Bee World* 86:35-41. doi:10.1080/0005772X.2005.11099651

Villas-Bôas J (2008) Meliponicultura e Povos Indígenas no Brasil: Algumas Considerações. In: *Abejas sin Aguijón y valorización sensorial de su miel*. Mérida: APIBA - CDCHT, pp 31-33

Villas-Bôas J (2015) The Kawaieté people's traditional knowledge about bees. In: *Global Dialogue Workshop* (Panama 1-5 December 2014). pp 55-72

Villas-Bôas J (2012) Manual tecnológico: mel de abelhas sem ferrão. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN), Brasília.

Vinícius-Silva R, Parma D de F, Tostes RB, *et al.* (2017) Importance of bees in pollination of *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) in open-field of the Southeast of Minas Gerais State, Brazil. *Hoehnea* 44:349-360. doi: 10.1590/2236-8906-07/2017

Vit P, Pedro SRM, Roubik D (eds) (2013) *Pot-Honey*. Springer New York, New York, NY

Wirth WW (1991) New and little-known species of *Forcipomyia* (Diptera: Ceratopogonidae) associated with cocoa pollination in Brazil. *Proc Entomol Soc Wash* 93:163-175

Witter S, Blochtein B (2003) Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. *Pesqui Agropecu Bras* 38:1399-1407. doi: 10.1590/S0100-204X2003001200006

Witter S, Nunes-Silva P (2014) Manual de boas práticas para o manejo e conservação de abelhas nativas (meliponíneos). Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Witter S, Nunes-Silva P, Lisboa BB, *et al.* (2015) Stingless bees as alternative pollinators of canola. *J Econ Entomol* 108:880-886. doi: 10.1093/jee/tov096

Witter S, Radin B, Lisboa BB, *et al.* (2012) Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. *Pesqui Agropecu Bras* 47:58-65. doi: 10.1590/s0100-204x2012000100009

WWF (2008) Relatório Annual WWF - Brasil. <https://www.wwf.org.br/informacoes/bliblioteca/relatorioanual/?19660/Relatorio-Anual-WWF--Brasil-2008>

Yamamoto M, Da Silva CI, Augusto SC, *et al.* (2012) The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. *Apidologie* 43:515-526. doi: 10.1007/s13592-012-0120-6

ANEXO I

Revisão sistemática da literatura sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil

1. Categorias de palavras-chave e buscas limitadas à polinização no Brasil

Categoria 1: Nomes (comum e científico - gênero) de culturas agrícolas e plantas silvestres de uso extrativista envolvidas na produção de alimentos no Brasil.

cana-de-açúcar OR Saccharum OR "capim elefante" OR Pennisetum OR "capim limão" OR Cymbopogon OR castanha-do-brasil OR Bertholletia OR "castanha européia" OR Castanea OR couve-flor OR cravo-da-índia OR Syzygium OR erva-cidreira OR Melissa OR erva-mate OR Ilex OR fruta-pão OR Artocarpus OR grão-de-bico OR Cicer OR "noz moscada" OR Myristica OR pimenta-do-reino OR Piper OR "pinhão-manso" OR Jatropha OR abacate OR Persea OR abacaxi OR Ananas OR abiu OR Pouteria OR Lucuma OR abóbora OR Cucurbita OR abobrinha OR abricó OR Mammea OR açafraão OR Crocus OR açai OR Euterpe OR acelga OR Beta OR acerola OR Malpighia OR agrião OR Rorippa OR alcachofra OR Cynara OR alcaçuz OR Glycyrrhiza OR alcaparra OR Capparis OR alecrim OR Rosmarinus OR alface OR Lactuca OR alfafa OR Medicago OR alho OR Allium OR almeirão OR Cichorium OR ameixa OR Prunus OR amendoim OR Arachis OR amora OR Morus OR Rubus OR andiroba OR Carapa OR anis OR Illicium OR araruta OR Maranta OR araticum OR Annona OR arruda OR Ruta OR arroz OR Oryza OR aspargo OR Asparagus OR aveia OR Avena OR azeitona OR Olea OR babaçu OR Orbignya OR babosa OR bacuri OR Platanus OR banana OR Musa OR bardana OR Arctium OR batata-doce OR Ipomea OR batata-inglesa OR Solanum OR baunilha OR Vanilla OR beringela OR bertalha OR Basella OR beterraba OR boldo OR Peumus OR Coleus OR Plectranthus OR Vernonia OR brócolis OR Brassica OR buriti OR Mauritia OR cacau OR Theobroma OR café OR Coffea OR cagaita OR Eugenia OR cajá OR Spondias OR cajá-manga OR cajú OR Anacardium OR cambucá OR Plinia OR camomila OR Matricaria OR canela OR Cinnamomum OR canola OR caqui OR Diospyros OR cará OR Dioscorea OR carambola OR Averrhoa OR caruru OR Amaranthus OR cebola OR cebolinha OR cenoura OR Daucus OR centeio OR Secale OR cereja OR ceriguela OR cevada OR Hordeum OR cherimoya OR chichá OR Sterculia OR chicória OR Chicorium OR chuchu OR Sechium OR cidra OR Citrus OR coco OR Cocos OR coentro OR Coriandrum OR copaíba OR Copaifera OR couve OR cumaru OR Dipteryx OR cupuaçu OR cúrcuma OR Curcuma OR dendê OR Elaeis OR erva-doce OR Pimpinella OR ervilha OR Pisum OR espinafre OR Spinacia OR estêvia OR fava OR Vicia OR feijão OR Phaseolus OR Vigna OR figo OR Ficus OR framboesa OR gengibre OR Zingiber OR gergelim OR Sesamum OR girassol OR Helianthus OR goiaba OR Psidium OR graviola OR groselha OR Phyllanthus OR Rossella OR Ribes OR guandu OR Cajanus OR guaraná OR Paullinia OR inhame OR Colocasia OR jaboticaba OR Myrciaria OR jaca OR Artocarpus OR jambo OR jatobá OR Hymenaea OR jenipapo OR Genipa OR jiló OR juá OR Zizyphus OR laranja OR lentilha OR Lens OR lichia OR Litchi OR lima OR limão OR linho OR Linum OR louro OR Laurus OR maçã OR Malus OR macadâmia OR mamão OR Carica OR mamona OR Ricinus OR mandioca OR Manihot OR mandioquinha OR Arracacia OR manga OR Mangifera OR mangaba OR Hancornia OR manjeriço OR Ocimum OR maracujá OR Passiflora OR marmelo OR Citrullus OR maxixe OR Cucumis OR melancia OR Citrullus OR melão OR menta OR Mentha OR milho OR Zea OR morango OR Fragaria OR mostarda OR Sinapis OR murici OR Byrsonima OR murumuru OR Astrocaryum OR nabo OR nectarina OR nêspera OR Eriobotrya OR noz OR Juglans OR Macadamia OR oiticica OR Licania OR orégano OR Origanum OR ouricuri OR Attalea OR Syagrus OR palma OR Opuntia OR palmito OR Bactris OR pepino OR pequi OR Caryocar OR pêra OR Pyrus OR pêssego OR pimenta OR Capsicum OR pimentão OR

pinha OR pitanga OR pupunha OR quiabo OR Abelmoschus OR quiú OR Actinidia OR rabanete OR Raphanus OR repolho OR romã OR Punica OR rúcula OR Eruca OR ruibarbo OR Rheum OR salsa OR Petroselinum OR salsão OR soja OR Glycine OR sorgo OR taioba OR Xanthosoma OR tâmara OR Phoenix OR tangerina OR tomate OR Lycopersicon OR tremoço OR Lupinus OR trigo OR Triticum OR tritcale OR Triticosecale OR tucumã OR Astrocaryum OR tungue OR Aleurites OR ucuúba OR Virola OR umbu OR urucum OR Bixa OR uva OR Vitis OR vagem

[nomes comuns das plantas em inglês]

sugarcane OR "Brazil nut" OR "European chestnut" OR cauliflower OR clove OR "citrus herb" OR "yerba mate" OR Breadfruit OR chickpeas OR nutmeg OR pepper OR avocado OR pineapple OR abio OR pumpkin OR zucchini OR apricot OR saffron OR chard OR watercress OR artichoke OR licorice OR caper OR rosemary OR lettuce OR garlic OR plum OR peanut OR blackberry OR andiroba OR anis OR rust OR asparagus OR oatmeal OR olive OR babassu OR slug OR burdock OR "sweet potato" OR potato OR vanilla OR eggplant OR bertal OR beet OR broccoli OR cocoa OR coffee OR "yellow mombin" OR cashew OR camomile OR cinnamon OR canola OR persimmon OR onion OR chive OR carrot OR rye OR cherry OR barley OR chichar OR chicory OR cider OR coconut OR coriander OR cabbage OR turmeric OR dandelion OR fennel OR pea OR spinach OR stevia OR beans OR fig OR raspberry OR ginger OR sesame OR sunflower OR guava OR gooseberry OR guarana OR yam OR jaboticaba OR orange OR lentil OR litchi OR lemon OR linen OR apple OR macadamia OR papaya OR castor OR cassava OR mango OR basil OR "passion fruit" OR quince OR watermelon OR melon OR mint OR corn OR strawberry OR mustard OR turnip OR medlar OR walnut OR cucumber OR little OR pear OR peach OR pepper OR chilli OR okra OR radish OR cabbage OR pomegranate OR arugula OR rhubarb OR soy OR sorghum OR tangerine OR tomato OR lupine OR wheat OR tung OR grape

Categoria 2: Nomes (comum e científico) de grupos funcionais de animais polinizadores.

hymenopt* OR bee* OR abelha* OR Apoidea OR "mining bee*" OR Andren* OR Oxaea OR "honey bee*" OR Apis OR "bumble bee*" OR Bombus OR "stingless bee*" OR jandaíra OR urucu OR mandaçaia OR Melipon* OR irapuá OR Trigona OR Paratrigona OR Geotrigona OR tubuna OR Scaptotrigona OR Frieseomelitta OR jataí OR Tetragon* OR "oil-collecting bee*" OR Centris OR Epicharis OR Tetrapedia OR Exomalopsis OR "long-horned bee*" OR Melissodes OR "carpenter bee*" OR mamangava OR Xylocop* OR "sweat bee*" OR Halict* OR Pereirapis OR Augochlor* OR Dialictus OR "leaf-cutter bee*" OR Megachil* OR wasp* OR vespa* OR Sphecidae OR Vespidae OR ants OR formiga* OR Formicidae OR butterfl* OR moth OR lepidopt* OR flies OR mosca* OR borboleta* OR mariposa* OR diptera* OR hoverfl* OR syrphid* OR Bombyliid* OR beetle* OR coleopt* OR bat OR morcego* OR chiropt* OR Macroglossin* OR Glossophagin* OR hummingbird* OR Trochilid* OR bird* OR "beija-flor*" OR Pycnonotid* OR Sturnid* OR Oriolid* OR Pucid* OR Dicaeid*

Categoria 3: Termos limitantes (em português e inglês), relacionados às ameaças ao serviço ecossistêmico de polinização, aos polinizadores e à produção de alimentos.

crop* OR cultiv* OR agricultur* OR farm* OR fazenda OR food OR alimento OR decline OR declínio OR cultivar* OR production OR produção OR pest* OR inseticid* OR agrotóxico OR alien OR invasor* OR honey OR mel OR social OR cultur* OR anthropogenic OR antropogênico OR indigenous OR indígena OR communit* OR "traditional knowledge" OR "conhecimento tradicional" OR ethno* OR etno* OR quilombola OR aesthetic OR mystic* OR místico OR deficit

Foram realizadas quatro buscas em cada repositório, limitadas por poliniz* ou polli-
nat* AND Brasil* ou Brazil*, divididas em dois grupos considerando ou não os termos
limitantes, da seguinte forma:

Plantas cultivadas e silvestres de uso extrativista, ligadas à produção de alimentos.

Busca 1: *Categoria 1*

Busca 2: *Categoria 1 AND Categoria 3*

Grupos funcionais de polinizadores.

Busca 3: *Categoria 2*

Busca 4: *Categoria 2 AND Categoria 3*

2. Resultados das buscas em cada repositório

Uma seleção criteriosa foi realizada sobre os resultados das buscas para a obtenção
do total de 424 estudos científicos utilizados na revisão da literatura acerca da poli-
nização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. Esta seleção consistiu na
leitura prévia do resumo de cada artigo científico para averiguar se contemplavam a
temática abordada. Com as buscas, em cada repositório, os totais de artigos científi-
cos obtidos foram:

Repositório	Busca 01	Busca 02	Busca 03	Busca 04
Web of Science	664	430	1036	610
PubMed	250	158	0	0
Scielo	259	194	340	212
Scopus	556	122	831	463
Embrapa	283	255	65	55

ANEXO II

Referências bibliográficas na base de dados

Polinização de cultivos agrícolas e de outras plantas silvestres usadas para a produção de alimentos

Adegas JEB, Couto RHN (1992) Entomophilous
pollination in rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)
in Brazil. *Apidologie* 23:203–209. doi: [10.1051/
apido:19920302](https://doi.org/10.1051/apido:19920302)

Almeida ALS, Albuquerque UP, Castro CC (2011)
Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Ar-
ruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous
species of the caatinga (Dry Forest), under dif-
ferent management conditions in northeastern
Brazil. *Journal of Arid Environments* 75:330–337.
doi: [10.1016/j.jaridenv.2010.11.003](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.11.003)

Alves JE, Freitas BM (2007) Requerimentos de
polinização da goiabeira. *Ciência Rural* 37:1281–
1286. doi: [10.1590/S0103-84782007000500010](https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000500010)

Amaral E, Mitidieri J (1966) Polinização da abo-
boreira. *Anais da Escola Superior de Agricultura
Luiz de Queiroz* 23:121–128. doi: [10.1590/S0071-
12761966000100012](https://doi.org/10.1590/S0071-12761966000100012)

Amorim, M. E., de Marco P (2011) Pollination of
Byrsonima coccolobifolia: short-distance isola-
tion and possible causes for low fruit production.
Brazilian Journal of Biology 71:709–717.

Anderson AB, Overal WL, Henderson A, et al.
(1988) Pollination ecology of a forest-dominant
palm (*Orbignya phalerata*) in northern Brazil. *Bio-
tropica* 20:192–205. doi: [10.2307/2388234](https://doi.org/10.2307/2388234)

Andrade BM, Olibeira-Filho AT, Soares AR (1996)
Pollination and breeding system of *Xylopia brasil-
iensis* Sprengel (Annonaceae) in South-Eastern
Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 12:313–320.
doi: [10.1017/s0266467400009482](https://doi.org/10.1017/s0266467400009482)

Andrade PB, Freitas BM, Rocha EE de M, et al.
(2014) Floral biology and pollination require-
ments of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Acta
Scientiarum Animal Sciences* 36:93–XX. doi:
[10.4025/actascianimsci.v36i1.21838](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i1.21838)

Anjos AM, Barbarena FFVA, Pigozzo CM (2016)
Biologia reprodutiva de *Vanilla bahiana* Hoehne
(Orchidaceae). *Orquidário* 30:67–79.

Araújo D, Siqueira K, Duarte P, Silva N (2014)
Comportamento de forrageamento de *Apis melli-
fera* na melanciaira (*Citrullus lanatus*) no municí-
pio de Juazeiro, BA. *Revista Verde de Agroecolo-
gia e Desenvolvimento Sustentável* 9:59–67.

Azevedo FA, Pio RM (2002) Pollination influence
on seeds production of murcott tangor. *Revista
Brasileira de Fruticultura* 24:468–471.

Azevedo RL, do Nascimento AS, Pereira LL, de
Carvalho CAL (2007) Abelhas (Hymenoptera:
Apoidea) visitantes das flores do feijão guandu no
Recôncavo Baiano, Brasil. *Ciência Rural* 37:1453–
1457. doi: [10.1590/s0103-84782007000500038](https://doi.org/10.1590/s0103-84782007000500038)

Bandeira J de M, Thurow LB, Peters JA, et al.
(2011) Caracterização fisiológica da compati-
bilidade reprodutiva de ameixeira japonesa. *Pes-
quisa Agropecuária Brasileira* 46:860–867. doi:
[10.1590/S0100-204X2011000800011](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000800011)

Barbosa MV, Sousa EML (2016) Biologia floral,
ecologia da polinização e eficiência na produção
de sementes de feijão macassar (*Vigna unguicula-
ta* (L.) Walp.) em sistemas agrícolas. *Gaia Scien-
tiaA* 10:272–283. doi: [10.21707/gsv.10.n04a22](https://doi.org/10.21707/gsv.10.n04a22)

Barbosa W, Antonio C-DF, Ojima M, et al. (1991)
Conservação e germinação do pólen, polinização
e frutificação efetiva em pessageiros e nectari-
neiras subtropicais. *Bragantia, Campinas* 50:17–
28. doi: [10.1590/s0006-87051991000100003](https://doi.org/10.1590/s0006-87051991000100003)

Barbosa-Filho WG, de Araujo AC (2013) Flowers
visited by hummingbirds in an urban Cerra-
do fragment, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Bi-
ota Neotropica* 13:21–27. doi: [10.1590/S1676-
06032013000400001](https://doi.org/10.1590/S1676-06032013000400001)

Benevides CR, Evans DM, Gaglianone MC (2013)
Comparing the structure and robustness of Pas-
sifloraceae - floral visitor and true pollinator
networks in a lowland atlantic forest. *Sociobio-
logy* 60:295–305. doi: [10.13102/sociobiology.
v60i3.295-305](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i3.295-305)

Benezar RMC, Pessoni LA (2006) Biologia floral
e sistema reprodutivo de *Byrsonima coccolobi-
folia* (Kunth) em uma savana amazônica. *Acta
Amazonica* 36:159–168. doi: [10.1590/S0044-
59672006000200005](https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200005)

- Blochtein B, Nunes-Silva P, Halinski R, *et al.* (2014) Comparative study of the floral biology and of the response of productivity to insect visitation in two rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) in Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Biology* 74:787–794. doi: [10.1590/1519-6984.02213](https://doi.org/10.1590/1519-6984.02213)
- Bonfim MS, Silva SO, Almeida IRR, Pina WC (2015) Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de urucum (*Bixa orellana* Linnaeus 1753) em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. *Scientia Plena* 11:1–7.
- Bos MM, Veddeler D, Bogdanski AK, *et al.* (2007) Caveats to quantifying ecosystem services: fruit abortion blurs benefits from crop pollination. *Ecological Applications* 17:1841–1849. doi: [10.1890/06-1763.1](https://doi.org/10.1890/06-1763.1)
- Boti JB, Campos LAO, De Marco Jr P, Vieira MF (2005) Influência da distância de fragmentos florestais na polinização da goiabeira. *Revista Ceres* 52:863–874.
- Campbell AJ, Carvalheiro LG, Maués MM, *et al.* (2018) Anthropogenic disturbance of tropical forests threatens pollination services to açai palm in the Amazon river delta. *Journal of Applied Ecology* 1–12. doi: [10.1111/1365-2664.13086](https://doi.org/10.1111/1365-2664.13086)
- Campos RS, Lemos EPL, Oliveira JF, *et al.* (2004) Polinização natural, manual e autopolinização no pegamento de frutos de pinheira (*Annona squamosa*) em Alagoas. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26:261–263. doi: [10.1590/S0100-29452004000200020](https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000200020)
- Carneiro LT, Martins CF (2012) Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. *Apidologie* 43:474–486. doi: [10.1007/s13592-011-0116-7](https://doi.org/10.1007/s13592-011-0116-7)
- Carvalho A, Costa WM, Fazuoli LC (1983) Auto-incompatibilidade, produtividade, ocorrência de sementes do tipo moca e mudas anormais no café Icatu. *Bragantia* 42:157–169. doi: [10.1590/S0006-87051983000100014](https://doi.org/10.1590/S0006-87051983000100014)
- Carvalho A, Krug CA (1949) Agentes de polinização da flor do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Bragantia* 9:11–24. doi: [10.1590/S0006-87051949000100002](https://doi.org/10.1590/S0006-87051949000100002)
- Carvalho DM, Presley SJ, Santos GMM (2014) Niche overlap and network specialization of flower-visiting bees in an agricultural system. *Neotropical Entomology* 43:489–499. doi: [10.1007/s13744-014-0239-4](https://doi.org/10.1007/s13744-014-0239-4)
- Castro MS, Viana BF (1997) Bees visiting coconut inflorescences in Bahia, northeast Brazil. *Journal of Apicultural Research* 36:180–181. doi: [10.1080/00218839.1997.11100946](https://doi.org/10.1080/00218839.1997.11100946)
- Cavalcante MC, Oliveira FF, Maués MM, Freitas BM (2012) Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) Trees in Central Amazon rainforest. *Psyche* 2012:1–9. doi: [10.1155/2012/978019](https://doi.org/10.1155/2012/978019)
- Cavalcante TRM, Naves RV, Franceschinelli EV, Da Silva RP (2009) Polinização e formação de frutos em araticum. *Bragantia* 68:13–21. doi: [10.1590/S0006-87052009000100002](https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000100002)
- Cesário LF, Gaglianone MC (2013) Polinizadores de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em formações vegetacionais de restinga no norte do estado do Rio de Janeiro. *Bioscience Journal* 29:458–467.
- Chambó ED, de Oliveira NTE, Garcia RC, *et al.* (2017) Statistical modeling of insect behavioral response to changes in weather conditions in *Brassica napus* L. *Arthropod-Plant Interactions* 11:613–621. doi: [10.1007/s11829-017-9506-8](https://doi.org/10.1007/s11829-017-9506-8)
- Chiari WC, Toledo VAA, Ruvolo-Takasusuki MCC, *et al.* (2005) Floral biology and behavior of Africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48:367–378. doi: [10.1590/S1516-89132005000300006](https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000300006)
- Clement CR, Arkcoll DB (1984) Observações sobre autocompatibilidade em pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K., Palmae). *Acta Amazônica* 14:337–442. doi: [10.1590/1809-43921984143342](https://doi.org/10.1590/1809-43921984143342)
- Cobra SS de O, Nascimento F, Antoniazzi SA, *et al.* (2015a) Biologia reprodutiva de *Cordia macrophylla* (K. Schum.) Kuntze (Rubiaceae), espécie dioica da região sudoeste do estado de Mato Grosso, Brasil. *Revista Ceres* 62:516–523. doi: [10.1590/0034-737X201562060002](https://doi.org/10.1590/0034-737X201562060002)
- Cobra SSO, Silva CA, Krause W, *et al.* (2015b) Características florais e polinizadores na qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-azedo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50:54–62. doi: [10.1590/S0100-204X2015000100006](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000100006)
- Coelho CP, Oliveira PE, Martín JR (2013) Los murciélagos como vector de polinización del Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb. Caryocaraceae), un recurso clave en las comunidades tradicionales brasileñas. *Chronica naturae* 3:38–48.
- Coelho MS, Kill LHP, Costa ND, *et al.* (2012a) Diversidade de visitantes florais em cultivo orgânico de meloeiro. *Horticultura Brasileira* 30:1081–1087.
- Coelho MS, Lima-Junior IO, Siqueira KMM, *et al.* (2012b) Comportamento de pastejo de *Apis mellifera* em três cultivares de meloeiro irrigado. *Horticultura Brasileira* 30:1192–1196.
- Conceição ES, Delabie JHC, Costa Neto A de O (2004) A entomofilia do coqueiro em questão: avaliação do transporte de pólen por formigas e abelhas nas inflorescências. *Neotropical Entomology* 33:679–683. doi: [10.1590/S1519-566X2004000600004](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2004000600004)
- Cordeiro GD, Pinheiro M, Doetterl S, Alves-dos-Santos I (2017) Pollination of *Campomanesia phaea* (Myrtaceae) by night-active bees: a new nocturnal pollination system mediated by floral scent. *Plant Biology* 19:132–139. doi: [10.1111/plb.12520](https://doi.org/10.1111/plb.12520)
- Costa AJC, Guimarães-Dias F, Pérez-Maluf R (2008a) Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de urucum em Vitória da Conquista, BA. *Ciência Rural* 38:534–537. doi: [10.1590/S0103-84782008000200039](https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000200039)
- Costa LV, Lopes TG, Lopes R, Rogério S (2008b) Efeito das polinizações no vingamento de frutos de capsicum chinense Jacq. *Horticultura Brasileira* 26:1685–1689.
- Costa MS, Silva RJ, Paulino-Neto HF, Barbosa Pereira MJ (2017) Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona coriacea* Mart. (Annonaceae) in Brazilian Cerrado: ehavioral features of its principal pollinators. *Plos One* 12:1–14. doi: [10.1371/journal.pone.0171092](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171092)
- Cruz D de O, Freitas BM (2013) Diversidade de abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores de culturas oleaginosas no nordeste do Brasil. *Revista Ambiência* 9:411–418. doi: [10.5777/ambiencia.2013.02.02nt](https://doi.org/10.5777/ambiencia.2013.02.02nt)
- Cruz DDO, Campos LADO (2007) Biologia floral e polinização de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae): um estudo de caso. *Acta Scientiarum - Biological Sciences* 29:375–379. doi: [10.4025/actasciobiolsci.v29i4.877](https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v29i4.877)
- Cunha GL, Santos ALP, Medeiros RLS, *et al.* (2012) Polinização de pepino *Cucumis sativus* L. em duas áreas de produção de hortaliças. *Horticultura Brasileira* 30:1569–1575.
- Danner MA, Citadin I, Sasso SAZ, *et al.* (2011) Modo de reprodução e viabilidade de pólen de três espécies de jabuticabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:345–352. doi: [10.1590/S0100-29452011005000077](https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000077)
- Darrault RO, Schlindwein C (2005) Limited fruit production in *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) and pollination by nocturnal and diurnal insects. *Biotropica* 37:381–388. doi: [10.1111/j.1744-7429.2005.00050.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00050.x)
- Dáttilo W, Martins RL, Uhde V, *et al.* (2012) Floral resource partitioning by ants and bees in a jambolan *Syzygium jambolanum* (Myrtaceae) agroforestry system in Brazilian Meridional Amazon. *Agroforestry Systems* 85:105–111. doi: [10.1007/s10457-012-9489-5](https://doi.org/10.1007/s10457-012-9489-5)
- Deprá MS, Delaqua GCG, Freitas L, Cristina M (2014) Pollination deficit in open-field tomato crops (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) in Rio de Janeiro state, Southeast Brazil. *Journal of Pollination Ecology* 12:1–8.
- Diez-Rodriguez GI, Sosinski EE, Hübner LK, *et al.* (2017) Entomofauna associated to different phenological stages on blueberry crop. *Revista Brasileira de Fruticultura* 39:1–13. doi: [10.1590/0100-29452017384](https://doi.org/10.1590/0100-29452017384)
- Diniz ME dos R, Buschini MLT (2015) Pollen analysis and interaction networks of floral visitor bees of *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), in Atlantic Forest areas in southern Brazil. *Arthropod-Plant Interactions* 9:623–632. doi: [10.1007/s11829-015-9400-1](https://doi.org/10.1007/s11829-015-9400-1)
- Diniz MER, Buschini MLT (2016) Diversity of flower visiting bees of *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) in fragments of Atlantic Forest in South Brazil. *Sociobiology* 63:982–990. doi: [10.13102/sociobiology.v63i3.982](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v63i3.982)
- Domingues ET, Tulmann Neto A (1999) Influência da polinização e da morfologia floral na frutificação de variedades de laranja-do-

ce. Scientia Agricola 56:163–170. doi: [10.1590/S0103-90161999000100023](https://doi.org/10.1590/S0103-90161999000100023)

Dorneles LL, Zillikens A, Steiner J, Padilha MTS (2013) Biologia da polinização de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) e associação com abelhas sociais. Iheringia 68:47–57.

Ducroquet JPHJ, Hickel ER (1997) Birds as pollinators of feijoa (*Acca sellowiana* Bera). Acta Horticulturae 452:37–40. doi: [10.17660/ActaHortic.1997.452.5](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.452.5)

Falcão M de A, Heras E, Leite ÂMC (1982) Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade da graviola (*Annona muricata* L.) na região de Manaus. Acta Amazonica 12:27–32. doi: [10.1590/1809-43921982121027](https://doi.org/10.1590/1809-43921982121027)

Falcão MA, Clement . C. R. (1999) Fenologia e produtividade do abiu (*Pouteria caimito*) na Amazônia central. Acta Amazônica 29:1–9. doi: [10.1590/1809-43921999291011](https://doi.org/10.1590/1809-43921999291011)

Falcão MA, Lleras E (1983) Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do cupuaçu - *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. Acta Amazonica 13:725–735. doi: [10.1590/1809-439219831356725](https://doi.org/10.1590/1809-439219831356725)

Falcão MDA, Paraluppi ND, Clement CR (2002) Fenologia e produtividade do jambo (*Syzygium malaccensis*) na Amazônia central. Acta Amazonica 32:3–8. doi: [10.1590/1809-43922002321008](https://doi.org/10.1590/1809-43922002321008)

Faoro ID, Orth AI (2011) Parthenocarpy in Japanese pear tree cultivars in South Brazil. Acta Horticulturae 909:415–422. doi: [10.17660/actahortic.2011.909.47](https://doi.org/10.17660/actahortic.2011.909.47)

Faoro ID, Orth AI (2015a) Occurrence of melitophily and cantarophily on pear trees pollination in Brazil. Acta Horticulturae 1094:269–274. doi: [10.17660/actahortic.2015.1094.34](https://doi.org/10.17660/actahortic.2015.1094.34)

Faoro ID, Orth AI (2015b) Flower visiting insects during the bloom period of Japanese pear orchards in Brazil. Acta Horticulturae 275–279. doi: [10.17660/ActaHortic.2015.1094.35](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1094.35)

Fava WS, Covre W da S, Sigrist MR (2011) *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Arecaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the Pantanal, Brazil. Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants 206:575–584. doi: [10.1016/j.flora.2011.02.001](https://doi.org/10.1016/j.flora.2011.02.001)

Fernandes EC, Ferreira ADCL, Araujo EL, et al. (2013) Insectos visitantes de flores de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) en una región de Caatinga en el Brasil. Revista Caatinga 26:16–20.

Ferraro AE, Pio RM, de Azevedo FA (2006) Influência da polinização com variedades de laranja-doce sobre o número de sementes de tangelo nova. Revista Brasileira de Fruticultura 28:244–246. doi: [10.1590/S0100-29452006000200020](https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000200020)

Ferreira NR, Franke LB, Blochtein B (2014) Pollen-ovule relation in *Adesmia tristis* and reflections on the seed-ovule ratio by interaction with pollinators in two vertical strata. Anais da Academia Brasileira de Ciências 86:1327–1335. doi: [10.1590/0001-3765201420130213](https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130213)

Forni-Martins ER, Marques MCM, Lemes MR (1998) Biologia floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 21:117–124. doi: [10.1590/S0100-84041998000200002](https://doi.org/10.1590/S0100-84041998000200002)

Freitas BM, Alves JE (2008) Efeito do número de visitas florais da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma. Revista Ciência Agronômica 39:148–154.

Freitas BM, Alves JE, Brandão GF, Araujo ZB (1999) Pollination requirements of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) and its putative pollinators, *Centris* bees, in NE Brazil. Journal of Agricultural Science 133:303–311. doi: [10.1017/S0021859699006930](https://doi.org/10.1017/S0021859699006930)

Freitas BM, Paxton RJ (1996) The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. The Journal of Agricultural Science 126:319. doi: [10.1017/S0021859600074876](https://doi.org/10.1017/S0021859600074876)

Freitas BM, Paxton RJ (1998) A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centris tarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. Journal of Applied Ecology 35:109–121. doi: [10.1046/j.1365-2664.1998.00278.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.00278.x)

Freitas CV, Oliveira PE (2002) Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). Revista Brasileira de Botânica 25:311–321. doi: [10.1590/s0100-84042002000300007](https://doi.org/10.1590/s0100-84042002000300007)

Gaglianone MC, Rocha HHS, Benevides RC, et al. (2010) Importância de Centridini (Apidae) na polinização de plantas de interesse agrícola: o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como estudo de caso na região sudeste do Brasil. Oecologia Australis 14:152–164. doi: [10.4257/oeco.2010.1401.08](https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.08)

Gamito LM, Malerbo-Souza DT (2006) Visitantes florais e produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Acta Scientiarum Animal Sciences 28:483–488. doi: [10.4025/actascianimsci.v28i4.612](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v28i4.612)

Gibbs PE, Oliveira PE, Bianchi MB (1999) Postzygotic control of selfing in *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae -Caesalpinioideae), a bat - pollinated tree of the Brazilian Cerrados. International Journal of Plant Sciences 160:72–78. doi: [10.1086/314108](https://doi.org/10.1086/314108)

Gondim CJE (1984) Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guarabazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbxlis* (Mart.) Ducke - Sapindaceae. Acta Amazonica 14:9–38. doi: [10.1590/1809-43921984142038](https://doi.org/10.1590/1809-43921984142038)

Gottsberger G (1989) Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. Plant Systematics and Evolution 167:165–187. doi: [10.1007/BF00936404](https://doi.org/10.1007/BF00936404)

Gressler E, Pizo MA, Morellato LPC (2006) Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 29:509–530. doi: [10.1590/S0100-84042006000400002](https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400002)

Gribel R, Hay JD (1993) Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. Journal of Tropical Ecology 9:199–211. doi: [10.1017/S0266467400007173](https://doi.org/10.1017/S0266467400007173)

Guedes R da S, Zanella FCV, Martins CF, Schliendwein C (2011) Déficit de polinização da aceroleira no período seco no semiárido paraibano. Revista Brasileira de Fruticultura 33:465–471. doi: [10.1590/S0100-29452011005000060](https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000060)

Guimarães RA, Pérez-Maluf R, Maria Aparecida Castellani E (2009) Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores da goiaba em pomar comercial de Salinas, MG. Bragantia 68:23–27. doi: [10.1590/S0006-87052009000100003](https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000100003)

Hickel ER, Ducroquet JPJ (2000) Insect pollination of feijoa, *Feijoa sellowiana* (Berg), in San-

ta Catarina. Revista Brasileira de Fruticultura 22:96–101.

Hipólito J, Boscolo D, Viana BF (2018) Landscape and crop management strategies to conserve pollination services and increase yields in tropical coffee farms. Agriculture, Ecosystems & Environment 256:218–225. doi: [10.1016/j.agee.2017.09.038](https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.038)

Hoffman M, Pereira TNC, Mercadante MB, Gomes AR (2000) Polinização de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Passiflorales, Passifloraceae), por abelhas (Hymenoptera, Anthophoridae) em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. Iheringia, Série Zoologia 89:149–152. doi: [10.1590/S0073-47212000000200002](https://doi.org/10.1590/S0073-47212000000200002)

Holanda-Neto JP, Freitas BM, Bueno DM, De Araújo ZB (2002) Low seed/nut productivity in cashew (*Anacardium occidentale*): effects of self-incompatibility and honey bee (*Apis mellifera*) foraging behaviour. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 77:226–231. doi: [10.1080/14620316.2002.11511484](https://doi.org/10.1080/14620316.2002.11511484)

Juhász ACP, Pimenta S, Soares BO, et al. (2009) Biologia floral e polinização artificial de pínhão-mansão no norte de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira 44:1073–1077. doi: [10.1590/S0100-204X2009000900001](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000900001)

Kato EC, Nogueira-Couto RH (2002) Polinização em melão (*Cucumis melo* L.) dos tipos amarelos e rendilhado. Naturalia 27:201–210.

Kiill LHP, Coelho M de S, Siqueira KM de M, Costa ND (2011) Avaliação do padrão de visitação de *Apis mellifera* em três cultivares de meloeiro, em Petrolina-PE, Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura 33:455–460. doi: [10.1590/S0100-29452011000500060](https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500060)

Kiill LHP, da Costa JG (2003) Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. Ciência Rural 33:851–856. doi: [10.1590/S0103-84782003000500009](https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000500009)

Kiill LHP, de Siqueira KMM, de Araújo FP, et al. (2010) Biologia reprodutiva de *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae) na região de Petrolina (Pernambuco, Brazil). Oecologia Australis 14:115–127. doi: [10.4257/oeco.2010.1401.05](https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.05)

Kiill LHP, Siqueira KMM, Coelho MS, et al. (2014) Frequency and foraging behavior of *Apis mel-*

lífera in two melon hybrids in Juazeiro, state of Bahia, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86:2049–2055. doi: [10.1590/0001-3765201420130376](https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130376)

Kill LHP, Feitoza EA, Siqueira KMM, *et al.* (2016) Evaluation of floral characteristics of melon hybrids (*Cucumis melo* L.) in pollinator attractiveness. *Revista Brasileira de Fruticultura* 38:1–12. doi: [10.1590/0100-29452016531](https://doi.org/10.1590/0100-29452016531)

Krug C, Alves-dos-Santos I, Cane J (2010) Abelhas visitantes de flores de *Cucurbita* (Cucurbitaceae), com ênfase sobre a presença de *Peponapis fervens* Smith (Eucerini - Apidae) - Santa Catarina, sul do Brasil. *Oecologia Australis* 14:128–139. doi: [10.4257/oeco.2010.1401.06](https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.06)

Krug C, Garcia MVB, Gomes FB (2015) A scientific note on new insights in the pollination of guarana (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*). *Apidologie* 46:164–166. doi: [10.1007/s13592-014-0304-3](https://doi.org/10.1007/s13592-014-0304-3)

Küchmeister H, Silberbauer-Gottsberger I, Gottsberger G (1997) Flowering, pollination, nectar standing crop, and nectaries of *Euterpe precatoria* (Arecaceae), an Amazonian rain forest palm. *Plant Systematics and Evolution* 206:71–97. doi: [10.1007/BF00987942](https://doi.org/10.1007/BF00987942)

Lattaro LH, Malerbo-Souza DT (2006) Polinização entomófila em abóbora caipira, *Cucurbita mixta* (Cucurbitaceae). *Acta Scientiarum Agronomy* 28:563–568. doi: [10.4025/actasciagron.v28i4.898](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v28i4.898)

Lenzi M, Orth AI (2004) Caracterização funcional do sistema da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis-SC, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26:198–201. doi: [10.1590/s0100-29452004000200004](https://doi.org/10.1590/s0100-29452004000200004)

Lenzi M, Orth AI, Guerra TM (2005) Ecologia da polinização de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), em Florianópolis, SC, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:505–513. doi: [10.1590/S0100-84042005000300008](https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000300008)

Lombello RA, Ferreira Pinto-Maglio CA (2014) Cytogenetics and Reproductive Biology of *Bixa orellana* L. (Bixaceae). *Citologia* 79:379–386. doi: [10.1508/cytologia.79.379](https://doi.org/10.1508/cytologia.79.379)

Lopes R, Bruckner CH, Lopes MTG (2000) Polinização e vingamento de frutos em aceroleira (*Malpighia puniceifolia* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 22:314–317.

Lorenzon MCA, Martinho MR (1992) Polinizadores da floração da cebola em Igarapé, estado de Minas Gerais. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 21:383–389.

Lorenzon MCA, Martinho MR, Freire JAH, Reis FP (1993a) Efeito da polinização por abelhas na produção de sementes híbridas de cebola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28:229–235.

Lorenzon MCA, Rodrigues AG, Souza JRGC (1993b) Comportamento polinizador de *Trigona spinipes* (Hymenoptera: Apidae) na florada da cebola (*Allium cepa* L.) híbrida. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28:217–221.

Machado CS, de Carvalho CAL (2006) Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes dos capítulos de girassol no recôncavo baiano. *Ciência Rural* 36:1404–1409. doi: [10.1590/S0103-84782006000500009](https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000500009)

Malerbo-Souza DT (2011) Biodiversidade de polinizadores em *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae), em Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Zootecnia Tropical* 29:17–27.

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2009a) Visitantes florais em cultura de quiabo (*Abelmoschus esculentus* - Malvaceae). *Ciência e Cultura* 4:63–70.

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2010a) Visitantes florais na cultura do limoeiro. *Ciência e Cultura* 6:53–58.

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2013) Efeito da interação abelha-flor na produção de frutos em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Zootecnia Tropical* 31:81–96.

Malerbo-souza DT, Halak AL (2012) Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho.” *Científica* 40:1–11.

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2009b) Comportamento de forrageamento de abelhas e outros insetos nas panículas da mangueira (*Mangifera indica* L.) e produção de frutos. *Acta Scientiarum - Animal Sciences* 31:335–341. doi: [10.4025/actascianimsci.v31i3.6678](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i3.6678)

Malerbo-Souza DT, Halak AL (2010b) Comportamento de forrageamento das abelhas africanizadas *Apis mellifera* em cultura de abóbora caipira (*Cucurbita mixta*). *Ciência e Cultura* 5:29–38.

Malerbo-Souza DT, Mota MOS, Nogueira-Couto RH, Souza JC (2000a) Insetos associados a inflorescências do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 2:27–30.

Malerbo-Souza DT, Nogueira-Couto RH, Couto LA (2003a) Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). *Animal Science* 40:237–242. doi: [10.1590/s1413-95962003000400001](https://doi.org/10.1590/s1413-95962003000400001)

Malerbo-Souza DT, Nogueira-Couto RH, Couto LA, de Souza JC (2003b) Atrativo para as abelhas *Apis mellifera* e polinização em café (*Coffea arabica* L.). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 40:272–278. doi: [10.1590/S1413-95962003000400006](https://doi.org/10.1590/S1413-95962003000400006)

Malerbo-Souza DT, Nogueira-Couto RH, de Toledo V de AA (2002) Insetos associados às flores de diferentes espécies de maracujá (*Passiflora* spp.). *Acta Scientiarum* 24:1269–1274. doi: [10.4025/actasciagron.v24i0.2280](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v24i0.2280)

Malerbo-Souza DT, Nogueira-Couto RH, Toledo V de AA e (2004) Abelhas visitantes nas flores da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção de frutos. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 26:1–4. doi: [10.4025/actascianimsci.v26i1.1890](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v26i1.1890)

Malerbo-Souza DT, Tadeu AM, Bettini PC, Toledo VDAAD (1999) Importância dos insetos na produção de melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) - Cucurbitaceae. *Acta Scientiarum* 21:579–583. doi: [10.4025/actasciagron.v27i3.1408](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v27i3.1408)

Malerbo-Souza DT, Toledo VAA, Stuchi AC, Toledo JOA (2001) Estudo sobre a polinização do quiabeiro, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Acta Scientiarum* 23:1281–1285.

Malerbo-Souza DT, Toledo VDAAD, Silva SRD, Sousa FF (2000b) Polinização em flores de abacateiro (*Persea americana* Mill.). *Acta Scientiarum Agronomy* 22:937–941.

Martgnago M, Martins R, Harter-Marques B (2017) Honey bee contribution to “Bordô” grapevine fruit production in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 39:1–6. doi: [10.1590/0100-29452017](https://doi.org/10.1590/0100-29452017)

Martins ICF, De Lima Cavallari L, Haddad GQ, *et al.* (2013) Grupos de insetos visitantes florais da lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.) em Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Agronomica* 62:1–6.

Martins MR, Dos Reis MC, Gusmão Araújo JR, *et al.* (2014) Tipos de polinização e pastejo da abelha *Xylocopa* spp. na frutificação e qualidade dos frutos de maracujazeiro. *Revista Caatinga* 27:187–193.

Martins RL, Gribel R (2007) Polinização de *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers. (Caryocaraceae) uma árvore emergente da Amazônia Central. *Revista Brasileira de Botânica* 30:37–45. doi: [10.1590/S0100-84042007000100005](https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000100005)

Maués MM, Couturier G (2002) Biologia floral e fenologia reprodutiva do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) no Estado Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 25:441–448. doi: [10.1590/S0100-84042002012000008](https://doi.org/10.1590/S0100-84042002012000008)

Maués MM, Sousa LA, Miyanaga R (2000) Insetos polinizadores do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) (Willd. Ex Sprengel) Schum - Sterculiaceae) no estado do Pará, Brasil. *Circular Técnica* Nº 12 - Embrapa 1–21.

Maués MM, Venturieri GC (1996) Ecologia da polinização do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) Clusiaceae. *Boletim de Pesquisa Embrapa* 170:1–26.

Maués MM, Venturieri GC (1997) Pollination ecology of *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae), a fruit tree from eastern Amazon region. *Acta Horticulturae* 437:255–259. doi: [10.17660/actahortic.1997.437.29](https://doi.org/10.17660/actahortic.1997.437.29)

Mello Junior LJ, Orth AI, Moretto G (2011) Ecologia da polinização da amoreira-preta (*Rubus* sp.) (Rosaceae) em Timbó-SC, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:1015–1018. doi: [10.1590/S0100-29452011005000096](https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000096)

Melo C (2001) Diurnal bird visiting of *Caryocar brasiliense* Camb. in Central Brazil. *Brazilian journal of biology* 61:311–316. doi: [10.1590/S0034-71082001000200014](https://doi.org/10.1590/S0034-71082001000200014)

Mélo D de BM, Santos ALA, Beelen RN, *et al.* (2010) Polinização da abóbora (*Cucurbita moschata* D.): um estudo sobre a biologia floral e visitantes florais no município de Satuba-AL. *Revista científica da UFAL: Educte* 1:47–57.

Melo MR, Pommer CV, Kavati R (2002a) Polinização artificial da atemóia com diversas fontes de pólen comparada com a na-

- tural. *Bragantia* 61:231–236. doi: [10.1590/S0006-87052002000300004](https://doi.org/10.1590/S0006-87052002000300004)
- Melo MR, Pommer CV, Kavati R, Tokunaga T (2002b) Polinização natural e artificial da cherimóia (*Annona cherimola* Mill.) no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24:631–633. doi: [10.1590/S0100-29452002000300013](https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000300013)
- Mendes AHT, Costa MR, Nietsche S, et al. (2012) Pollen grain germination and fruit set in “Brazilian seedless” sugar apple (*Annona squamosa* L.). *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 12:277–280. doi: [10.1590/S1984-70332012000400007](https://doi.org/10.1590/S1984-70332012000400007)
- Mendes FN, de Melo Valente R, Rêgo MMC, Espósito MC (2016) The floral biology and reproductive system of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in a restinga environment in northeastern Brazil. *Brittonia* 69:11–25. doi: [10.1007/s12228-016-9444-2](https://doi.org/10.1007/s12228-016-9444-2)
- Milfont MO, Rocha EEM, Lima AON, Freitas BM (2013) Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopolination. *Environmental Chemistry Letters* 11:335–341. doi: [10.1007/s10311-013-0412-8](https://doi.org/10.1007/s10311-013-0412-8)
- Milléo J, Farago TLB, De Souza JMT, et al. (2011) Entomofauna asociada a flores de berenjena y su papel en la producción de los frutos Insects associated with eggplant flowers and their role in fruit production. *Revista de la Sociedad Entomológica* 70:1–2.
- Monteiro DA (1992) Produção de sementes de batata-doce, por fecundações artificiais, em casa de vegetação. *Bragantia* 51:173–175.
- Montemor KA, Malerbo-Souza DT (2009) Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de berinjela (*Solanum melongena*). *Zootecnia Tropical* 27:97–103.
- Moreti ACCC, Silva RMB, Silva ECA, et al. (1996) Aumento na produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus*) pela ação de insetos polinizadores. *Scientia Agricola* 53:1–6. doi: [10.1590/s0103-90161996000200015](https://doi.org/10.1590/s0103-90161996000200015)
- Mota MOS, Nogueira-Couto RH (2002) Polinização entomófila em pessegueiro (*Prunus persica* L.). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 39:124–128. doi: [10.1590/S1413-95962002000300003](https://doi.org/10.1590/S1413-95962002000300003)
- Moura JIL, Cividanes FJ, Dos Santos Filho LP, Valle RR (2008) Polinização do dendezeiro por besouros no sul da Bahia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43:289–294. doi: [10.1590/S0100-204X2008000300001](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000300001)
- Mussury RM, Fernandes WD, Scalón S de PQ (2003) Atividade de alguns insetos em flores de *Brassica napus* L. em Dourados-MS e a interação com fatores climáticos. *Ciência e Agroecologia* 27:382–388. doi: [10.1590/S1413-70542003000200018](https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000200018)
- Nadia T de L, Machado IC, Lopes AV (2007a) Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. *Acta Botanica Brasilica* 21:835–845. doi: [10.1590/S0102-33062007000400008](https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000400008)
- Nadia T de L, Machado IC, Lopes AV (2007b) Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. *Revista Brasileira de Botânica* 30:89–100. doi: [10.1590/S0100-84042007000100009](https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000100009)
- Nascimento ET, Pérez-Maluf R, Guimarães RA, Castellani MA (2011) Diversidade de abelhas visitantes das flores de *Citrus* em pomares de laranja e tangerineira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:111–117. doi: [10.1590/S0100-29452011005000048](https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000048)
- Nascimento TB, Mota MGC, Guimarães ADG, Santos JA (2001) Fenologia e biologia floral do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) no Estado do Pará, Brasil. *Ciências Agrárias e Ambientais* 1:7–18.
- Nascimento WM, Gomes EML, Batista EA, Freitas RA (2012) Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. *Horticultura Brasileira* 30:494–498. doi: [10.1590/S0102-05362012000300023](https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300023)
- Nassar NMA (2002) Apomixis and cassava. *Genetics and Molecular Research* 1:147–152.
- Nelson BW, Absy ML, Barbosa EM, Prance GT (1985) Observations on flowers visitors to *Bertholletia excelsa* H.B.K and *Couratari tenuicarpa* A.C. SM. (Lecythidaceae). *Acta Amazônica* 15:225–234. doi: [10.1590/1809-43921985155234](https://doi.org/10.1590/1809-43921985155234)
- Nicodemo D, Malheiros EB, Jong DD, Couto RHN (2013) Enhanced production of parthenocarpic cucumbers pollinated with stingless bees and Africanized honey bees in greenhouses. *Semina: Ciências Agrárias* 34:3625–3634. doi: [10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3625](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3625)
- Nogueira - Neto P, Carvalho A, Antunes Filho H (1959) Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café Bourbon. *Bragantia* 18:441–468. doi: [10.1590/S0006-87051959000100029](https://doi.org/10.1590/S0006-87051959000100029)
- Nogueira-Couto RH, Pereira JMS, De Jong D (1998) Pollination of *Glycine wightii*, a perennial soybean, by africanized honey bees. *Journal of Apicultural Research* 37:289–291. doi: [10.1080/00218839.1998.11100985](https://doi.org/10.1080/00218839.1998.11100985)
- Nucci M, Alves VV (2017) Biologia floral e sistema reprodutivo de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) o. Berg - Myrtaceae em área de Cerrado no sul do mato grosso do sul, Brasil. *Inter-ciência* 42:127–131.
- Nunes NAS, Leite AV, Castro CC (2016) Phenology, reproductive biology and growing degree days of the grapevine “Isabel” (*Vitis labrusca*, Vitaceae) cultivated in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 76:975–982. doi: [10.1590/1519-6984.05315](https://doi.org/10.1590/1519-6984.05315)
- Oliveira F dos S, Ribeiro MHM, Nunez CV, de Albuquerque PMC (2016) Flowering phenology of *Mouriri guianensis* (Melastomataceae) and its interaction with the crepuscular bee *Megalopta amoena* (Halictidae) in the restinga of Lençóis Maranhenses National Park, Brazil. *Acta Amazonica* 46:281–290. doi: [10.1590/1809-4392201504853](https://doi.org/10.1590/1809-4392201504853)
- Oliveira JEM, Nicodemo D, de Oliveira FF (2015) Contribuição da polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 45:56–65. doi: [10.1590/1983-40632015v4529199](https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4529199)
- Oliveira JLEA, de Figueiredo RA, Sala FC (2012a) Qualidade de frutos e sementes na polinização natural de três cultivares de pimenta (*Capsicum* spp.). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 7(3):143–148.
- Oliveira M do SP, Couturier G, Beserra P (2003) Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 17:343–353. doi: [10.1590/S0102-33062003000300002](https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000300002)
- Oliveira MIB, Sigrist MR (2008) Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae-Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 31:195–207. doi: [10.1590/S0100-84042008000200002](https://doi.org/10.1590/S0100-84042008000200002)
- Oliveira MO, Souza FX, Freitas BM (2012b) Abelhas visitantes florais, eficiência polinizadora e requerimentos de polinização na cajazeira (*Spondias mombin*). *Revista Acadêmica: Ciência Animal* 277–284. doi: [10.7213/academica.7711](https://doi.org/10.7213/academica.7711)
- Oliveira MSP, Padilha NCC, Fernandes TSD (2002) Ecologia da polinização de *Oenocarpus mapora* Karsten. (Arecaceae) nas condições de Belém (PA). *Revista Ciências Agrárias* 38:91–106.
- Paiva Neto VB, Brenha JAM, de Freitas FB, et al. (2010) Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. *Ciência e Agroecologia* 34:558–563. doi: [10.1590/S1413-70542010000300005](https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000300005)
- Paiva WO (1999) Taxa de polinização cruzada em cubiu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34:145–149. doi: [10.1590/S0100-204X1999000100020](https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000100020)
- Pasqual M, Petri J, Pereira AJ (1980) Estudos sobre polinização das cultivares de macieira Gala e Fuji. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 55–72.
- Pasqual M, Petri J, Pereira AJ (1981a) Polinização da macieira. 1. cultivar golden delicious. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 16:245–252.
- Pasqual M, Petri J, Pereira AJ (1981b) Polinização da macieira. ii. cultivares Starkrimson, Blackjon e Hawnaii. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 16:431–437.
- Pasqual M, Petri J, Pereira AJ (1982) Polinização da macieira III. cultivares BR-1 e Mollies’s Delicious. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 17:1477–1481.
- Pasqual M, Petri J, Pereira AJ (1983) Polinização da macieira IV. cultivares illie Sharp, Granny Smith e delcon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 818:1109–1115.

- Patricio GB, Grisolia BB, Desuoacute IC, *et al.* (2012) The importance of bees for eggplant cultivations (Hymenoptera: Apidae, Andrenidae, Halictidae). *Sociobiology* 59:1037–1052.
- Paulino FDG, Marchini LC (1998) Insetos associados às panículas de macadâmia (*Macadamia integrifolia*, Maiden & Betche). *Scientia Agricola* 55:1–7. doi: [10.1590/s0103-90161998000300023](https://doi.org/10.1590/s0103-90161998000300023)
- Paulino FDG, Marchini LC, Silva LAC (2003) Comportamento forrageiro de *Apis mellifera* L. 1758 em panículas da noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). *Revista Ciência Agronômica* 34:5–10.
- Paulino-Neto HF (2014) Polinização e biologia reprodutiva de araticum-liso (*Annona coriacea* Mart.: Annonaceae) em uma área de cerrado paulista: implicações para fruticultura. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36:132–140. doi: [10.1590/S0100-29452014000500016](https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500016)
- Pereira, Júlio Otávio Portela Freitas BM (2002) Estudo da biologia floral e requerimentos de polinização do muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* L.). *Revista Ciência Agronômica* 33:5–12.
- Pinto AC de Q (1995) Melhoramento da Mangueira (*Mangifera indica* L.) no ecossistema dos Cerrados do Brasil Central por meio da hibridação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30:369–374.
- Piratelli AJ, Piña-Rodrigues FCM, Gandara FB, *et al.* (1998) Biologia da polinização de *Jacaratia spinosa* (AUBL) ADC. (Caricaceae) em mata residual do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Biologia* 58:671–679. doi: [10.1590/S0034-71081998000400015](https://doi.org/10.1590/S0034-71081998000400015)
- Pires EZ, Stedille LIB, Machado S, *et al.* (2014) Biologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em remanescente de Floresta Ombrófi Mista Altomontana. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 13:171–180.
- Proença CEB, Gibbs PE (1994) Reproductive biology of eight sympatric Myrtaceae from Central Brazil. *New Phytologist* 126:343–354. doi: [10.1111/j.1469-8137.1994.tb03954.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1994.tb03954.x)
- Raw A (2000) Foraging behavior of wild bees at hot pepper flowers (*Capsicum annum*) and its possible influence on cross pollination. *Annals of Botany* 85:487–492. doi: [10.1006/anbo.1999.1090](https://doi.org/10.1006/anbo.1999.1090)
- Rech AR, Bergamo PJ, Figueiredo RA (2014) Polinização abiótica. In: Rech AR, Agostini K, Oliveira PE, Machado IC (eds) *Biologia da Polinização*. Projeto Cultural, Rio de Janeiro, pp 183–204.
- Rêgo MM, Rêgo ER, Bruckner CH, *et al.* (2013) Overcoming self-incompatibility in passion fruit by double pollination in anthesis stages. *Acta Horticulturae* 1000:533–536. doi: [10.17660/ActaHortic.2013.1000.76](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1000.76)
- Reis CAM, E. BG, Almeida M (2011) Biologia floral, reprodutiva e propagação vegetativa de baunilha. *Scientia Agraria Paranaensis* 10:3–6.
- Rocha AN, Polatto LP (2017) *Bixa orellana* L. (Bixaceae): dependência de polinizadores e estratégias de forrageio dos visitantes florais floral visitors. *Biota Amazônia* 7:1–7. doi: [10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v7n3p1-7](https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v7n3p1-7)
- Rodrigues S dos S, Fidalgo A de O, Barbedo CJ (2017) Reproductive biology and production of seeds and seedlings of *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg. *Journal of Seed Science* 39:272–279. doi: [10.1590/2317-1545v39n3174807](https://doi.org/10.1590/2317-1545v39n3174807)
- Rosa A, Blochtein B, Ferreira N, Witter S (2010) *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) as a potential *Brassica napus* pollinator (cv. Hyola 432) (Brassicaceae), in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 70:1075–1081. doi: [10.1590/S1519-69842010000500024](https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000500024)
- Rosa A de S, Blochtein B, Lima DK (2011) Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil. *Scientia Agricola* 68:255–259. doi: [10.1590/s0103-90162011000200018](https://doi.org/10.1590/s0103-90162011000200018)
- Rosa RK, Koptur S (2013) New findings on the pollination biology of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) in Roraima, Brazil: linking dioecy, wind, and habitat. *American Journal of Botany* 100:613–621. doi: [10.3732/ajb.1200446](https://doi.org/10.3732/ajb.1200446)
- Rufato AR, Oliveira PRD, Lima CSM, Gonçalves MA (2011) Manual cross-pollination, fruit set and development in pear. *Acta Horticulturae* 918:749–751
- Sacramento CK, Pereira FM, Perecin D, Sabino JC (1999) Capacidade combinatória para frutificação em cultivares de noqueira macadâmia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34:2045–2049. doi: [10.1590/S0100-204X1999001100010](https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999001100010)
- Santos AB, Do Nascimento FS (2011) Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de *Solanum lycopersicum* (Linnaeus) (Solanales: Solanaceae) em cultivos orgânicos e convencionais. *Neotropical Biology and Conservation* 6:162–169. doi: [10.4013/nbc.2011.63.03](https://doi.org/10.4013/nbc.2011.63.03)
- Santos AOR, Bartelli BF, Nogueira-Ferreira FH (2014a) Potential pollinators of tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae), in open crops and the effect of a solitary bee in fruit set and quality. *Journal of Economic Entomology* 107:987–994. doi: [10.1603/EC13378](https://doi.org/10.1603/EC13378)
- Santos CF, Absy ML (2010) Polinizadores de *Bertholletia excelsa* (Lecythidales: Lecythidaceae): interações com abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) e nicho trófico. *Neotropical Entomology* 39:854–861. doi: [10.1590/S1519-566X2010000600002](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600002)
- Santos PC, Nogueira AS, Freitas MSM, *et al.* (2014b) Influência da época de poda e tipos de polinização no florescimento e frutificação da pinha. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36:192–201. doi: [10.1590/S0100-29452014000500023](https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500023)
- Santos SAB, Roselino AC, Bego LR (2008) Pollination of cucumber, *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepelletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses. *Neotropical Entomology* 37:506–512. doi: [10.1590/S1519-566X2008000500002](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000500002)
- Santos SAB, Roselino AC, Hrnir M, Bego LR (2009) Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Genetics and Molecular Research* 8:751–757. doi: [10.4238/vol8-2kerr015](https://doi.org/10.4238/vol8-2kerr015)
- Saturni FT, Jaffé R, Metzger JP (2016) Landscape structure influences bee community and coffee pollination at different spatial scales. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 235:1–12. doi: [10.1016/j.agee.2016.10.008](https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.008)
- Scariot AO, Lleras E, Hay JD (1991) Reproductive biology of the palm *Acrocomia aculeata* in central Brazil. *Biotropica* 23:12–22. doi: [10.2307/2388683](https://doi.org/10.2307/2388683)
- Schoeninger K, Somavilla A, Köhler A (2011) Comunidade de insetos visitantes florais de *Ocimum selloi* Benth (Lamiaceae) em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. *Biotemas* 25:55–63. doi: [10.5007/2175-7925.2012v25n1p55](https://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n1p55)
- Serra BDV, Campos LAO (2010) Polinização entomófila de abobrinha, *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae). *Neotropical Entomology* 39:153–159. doi: [10.1590/S1519-566X2010000200002](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000200002)
- Sezerino AA, Orth AI (2015) Polinização da pereira-portuguesa em Bom Retiro-SC, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37:943–951. doi: [10.1590/0100-2945-209/14](https://doi.org/10.1590/0100-2945-209/14)
- Silberbauer-Gottsberger I, Vanin SA, Gottsberger G (2013) Interactions of the cerrado palms *Butia paraguayensis* and *Syagrus petraea* with parasitic and pollinating insects. *Sociobiology* 60:306–316. doi: [10.13102/sociobiology.v60i3.306-316](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i3.306-316)
- Silva A de CC, Martins ABG, Cavallari L de L (2011) Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:1162–1168. doi: [10.1590/S0100-29452011000400014](https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400014)
- Silva ALG, Pinheiro MCB (2009) Reproductive success of four species of *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Acta Botanica Brasilica* 23:526–534. doi: [10.1590/S0102-33062009000200024](https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000200024)
- Silva MF (1976) Insetos que visitam o “Cupuaçu”, *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. (Sterculiaceae), e índice de ataque nas folhas. *Acta Amazônica* 6:49–54. doi: [10.1590/1809-43921976061049](https://doi.org/10.1590/1809-43921976061049)
- Silva MF, Miranda IPA, Barbosa EM (1987) Aspectos sobre a polinização do “dendezeiro” *Elaeis guineensis* JACQ. e do “Caiaué” *Elaeis oleifera* (H. B. K.) cortés. (Arecaceae). *Acta Amazônica* 17:209–218. doi: [10.1590/1809-43921987171218](https://doi.org/10.1590/1809-43921987171218)
- Silva MM, Bruckner CH, Picanco M, Molina-Rugama AJ (1999) *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* pollination, floral number, climate and population density of *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae). *Revista de Biologia Tropical* 47:711–718.
- Silva RM, Bandel G, Faraldo MIF, Martins PS (2001) Biologia reprodutiva de etnovarietades de mandioca. *Scientia Agricola* 58:101–107. doi: [10.1590/S0103-90162001000100016](https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100016)

- Silva-Neto CM, Bergamini LL, Elias MAS, *et al.* (2017) High species richness of native pollinators in Brazilian tomato crops. *Brazilian Journal of Biology* 77:506–513. doi: [10.1590/1519-6984.17515](https://doi.org/10.1590/1519-6984.17515)
- Silveira TMT, Raseira M do CB, Nava DE, Couto M (2011) Blueberry pollination in southern Brazil and their influence on fruit quality. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:081–088. doi: [10.1590/S0100-29452011005000041](https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000041)
- Simioni LC, Mussury RM, Mauad M, *et al.* (2015) Plant-pollinator interactions in *Crambe abyssinica* Hochst. (Brassicaceae) associated with environmental variables. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 87:137–145. doi: [10.1590/0001-3765201520130365](https://doi.org/10.1590/0001-3765201520130365)
- Siqueira KMM (2008) Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do vale do submédio do São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30:303–310. doi: [10.1590/s0100-29452008000200006](https://doi.org/10.1590/s0100-29452008000200006)
- Siqueira KMM, Kiill LHP, Costa ND, *et al.* (2012) Padrão de visitação de *Apis mellifera* em cultivo de melão do tipo amarelo com e sem cobertura plástica. *Horticultura Brasileira* 30:S1074–S1080.
- Siqueira KMM, Kiill LHP, da Silva Gama DR, *et al.* (2011a) Comparação do padrão de floração e de visitação do meloeiro do tipo amarelo em Juazeiro-BA. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:473–478. doi: [10.1590/S0100-29452011000500063](https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500063)
- Siqueira KMM, Kiill LHP, Martins CF, *et al.* (2009) Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31:1–12. doi: [10.1590/S0100-29452009000100003](https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000100003)
- Siqueira KMM, Martins CF, Kiill LHP, Silva LT (2011b) Estudo comparativo da polinização em variedades de aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC, Malpighiaceae). *Revista Caatinga* 24:18–25.
- Somavilla A, Sühs RB, Köhler A (2010) Entomofauna associated to the floration of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) in the Rio Grande do Sul state, Brazil. *Bioscience Journal* 26:956–965.
- Soria SJ, Wirth WW, Bicelli R (1982) Ocorrência de mosquinhas caratopogonídeas (Diptera, Nematocera) em cacauais do Pará e Rondônia, Brasil, e anotações sobre seus locais de coleta. *Revista Theobroma* 12:37–40.
- Soria SJ, Wirth WW, Pinho AFS (1985) A polinização do cacauieiro no Reconcavo Bahiano, Brasil. 1. entomofauna comparada com a do Sul Bahia. *Revista Theobroma* 15:1–7.
- Sousa JH, Pigozzo CM, Viana BF (2010) Polinização de manga (*Mangifera indica* L. - Anacardiaceae) variedade Tommy Atkins, no vale do são francisco, Bahia. *Oecologia Australis* 14:165–173. doi: [10.4257/oeco.2010.1401.09](https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.09)
- Sousa NR, Antonio IC, Nunes CDM (1995) Estratégias reprodutivas e polinização artificial em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann). *Ciências Agrárias* 4:31–37.
- Sousa RM, Aguiar O de S, Freitas BM, *et al.* (2009) Requerimentos de polinização do meloeiro (*Cucumis melo* L.) no município de Aracajú - CE - Brasil. *Revista Caatinga* 22:238–242.
- Sousa VA, de Aguiar AV, Spoladore J (2015) Metodologia para a polinização controlada em *llex paraguariensis* A. St. Hil. - Aquifoliaceae. *Revista Árvore* 39:315–323. doi: [10.1590/0100-67622015000200011](https://doi.org/10.1590/0100-67622015000200011)
- Souza FF, Malerbo-Souza DT (2005) Entomofauna visitante e produção de frutos em melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.) – Cucurbitaceae. *Acta Scientiarum Agronomy* 27:449–454. doi: [10.4025/actasciagron.v27i3.1408](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v27i3.1408)
- Souza MS, Venturieri GA (2010) Floral biology of cacauhy (*Theobroma speciosum* - Malvaceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 53:861–872. doi: [10.1590/S1516-89132010000400016](https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000400016)
- Stahl JM, Nepi M, Galetto L, *et al.* (2012) Functional aspects of floral nectar secretion of *Ananas ananassoides*, an ornithophilous bromeliad from the Brazilian savanna. *Annals of Botany* 109:1243–1252. doi: [10.1093/aob/mcs053](https://doi.org/10.1093/aob/mcs053)
- Stort EF (2002) Biologia da polinização e sistema reprodutivo de *Passiflora coccinea* Aubl. mm Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica* 32:421–421. doi: [10.1590/1809-43922002323429](https://doi.org/10.1590/1809-43922002323429)
- Storti EF (1993) Biologia floral de *Mauritia flexuosa*, Lin. Fil, na região de Manaus, AM, Brasil. *Acta Agronomica* 23:371–381. doi: [10.1590/1809-43921993234381](https://doi.org/10.1590/1809-43921993234381)
- Tavares APR, Stanzani Dutra JC, Polatto LP, *et al.* (2015) Estratégia reprodutiva de *Cucurbita moschata* Poir (Cucurbitaceae) e atividades de forrageio dos seus visitantes florais. *Entomo Brasilis* 8:24–29. doi: [10.12741/ebrasilis.v8i1.380](https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v8i1.380)
- Tedesco SB, Dall'Agnol M, Schifino-Wittmann MT, Valls JFM (2000) Mode of reproduction of Brazilian species of *Adesmia* (Leguminosae). *Genetics and Molecular Biology* 23:475–478. doi: [10.1590/S1415-47572000000200038](https://doi.org/10.1590/S1415-47572000000200038)
- Toledo VDAAD, Malerbo-Souza DT, Selegatto Filho JC, *et al.* (2011) Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja var. Mon Soy 3329. *Revista Varia Scientia Agrárias* 02:123–130.
- Tombolato AFC (1989) Polinização e formação de sementes em caqui. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 24:991–996.
- Trindade MSA, Sousa AH, Vasconcelos WE, *et al.* (2004) Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 4:1–11.
- Tschoeke PH, Oliveira EE, Dalcin MS, *et al.* (2015) Diversity and flower-visiting rates of bee species as potential pollinators of melon (*Cucumis melo* L.) in the Brazilian Cerrado. *Scientia Horticulturae* 186:207–216. doi: [10.1016/j.scienta.2015.02.027](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.027)
- Vaz CG, Oliveira D (1998) Pollinator contribution to the production of cowpea in the Amazon. *Horticulture* 33:1157–1159.
- Venâncio FAD, Viccini LF, Luiz-Ponzo AP, Prezoto F (2016) Flower-visiting insects and phenology of *Lippia alba* (Lamiales: Verbenaceae): floral color changes and environmental conditions as cues for pollinators. *Environmental Entomology* 45:685–693. doi: [10.1093/ee/nvw041](https://doi.org/10.1093/ee/nvw041)
- Venturieri GA (2011) Flowering levels, harvest season and yields of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*). *Acta Amazonica* 41:143–152. doi: [10.1590/s0044-59672011000100017](https://doi.org/10.1590/s0044-59672011000100017)
- Venturieri GA, Ribeiro Filho AA (1995) A polinização manual do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). *Acta Amazonica* 25:181–192. doi: [10.1590/1809-43921995253192](https://doi.org/10.1590/1809-43921995253192)
- Vilela RCF, Assis JG de A, Nóbrega Filho L, Viana BF (2012) Sistema reprodutivo e diversidade genética de quatro espécies de *Myrciaria* (Myrtaceae, jabuticabeiras). *Acta Botanica Brasilica* 26:727–734. doi: [10.1590/S0102-33062012000400002](https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000400002)
- Vilhena AMGF, Rabelo LS, Bastos Emaf, Augusto SC (2012) Acerola pollinators in the savanna of Central Brazil: temporal variations in oil-collecting bee richness and a mutualistic network. *Apidologie* 43:51–62. doi: [10.1007/s13592-011-0081-1](https://doi.org/10.1007/s13592-011-0081-1)
- Vinícius-Silva R, Parma D de F, Tostes RB, *et al.* (2017) Importance of bees in pollination of *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae) in open-field of the Southeast of Minas Gerais State, Brazil. *Hoehnea* 44:349–360. doi: [10.1590/2236-8906-07/2017](https://doi.org/10.1590/2236-8906-07/2017)
- Virgínia de Lima Leite A, Machado IC (2010) Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments* 74:1374–1380. doi: [10.1016/j.jaridenv.2010.05.029](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.05.029)
- Winder JA (1978) The role of non-dipterous insects in the pollination of cocoa in Brazil. *Bulletin of Entomological Research* 68:559–574. doi: [10.1017/S0007485300009536](https://doi.org/10.1017/S0007485300009536)
- Wirth WW (1991) New and little-known species of Forcipomyia (Diptera: Ceratopogonidae) associated with cocoa pollination in Brazil. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 93:163–175.
- Witter S, Blochtein B (2003) Efeito da polinização por abelhas e outros insetos na produção de sementes de cebola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38:1399–1407. doi: [10.1590/S0100-204X2003001200006](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003001200006)
- Yamamoto M, Da Silva CI, Augusto SC, *et al.* (2012) The role of bee diversity in pollination and fruit set of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa*, Passifloraceae) crop in Central Brazil. *Apidologie* 43:515–526. doi: [10.1007/s13592-012-0120-6](https://doi.org/10.1007/s13592-012-0120-6)

Utilização de polinizadores manejados em cultivos

Alves EMH, De Toledo VDAA, De Oliveira AJB, et al. (2010) Influência de abelhas africanizadas na concentração de açúcares no néctar de soja (*Glycine max* L. Merrill) var. Codetec 207. *Acta Scientiarum - Animal Sciences* 32:189–195. doi: [10.4025/actascianimsci.v32i2.7930](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i2.7930)

Alves JE, Freitas BM (2008) Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Revista Ciência Agrônômica* 37:216–220.

Antunes OT, Calvete EO, Rocha HC, et al. (2007) Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 25:94–99. doi: [10.1590/S0102-05362007000100018](https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000100018)

Bartelli BF, Nogueira-Ferreira FH (2014) Pollination services provided by *Melipona quadrifasciata* Lepelletier (Hymenoptera: Meliponini) in greenhouses with *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae). *Sociobiology* 61:510–516. doi: [10.13102/sociobiology.v61i4.510-516](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.510-516)

Bomfim IGA, De AD, Nunes AC, et al. (2014) Adaptive and foraging behavior of two stingless bee species (Apidae: Meliponini) in greenhouse mini watermelon pollination. *Sociobiology* 61:502–509. doi: [10.13102/sociobiology.v61i4.502-509](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.502-509)

Calvete EO, Rocha HC, Tessaro F, et al. (2010) Polinização de morangueiro por *Apis mellifera* em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32:181–188. doi: [10.1590/S0100-29452010005000020](https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000020)

Chambó ED, De Oliveira NTE, Garcia RC, et al. (2014) Pollination of rapeseed (*Brassica napus*) by africanized honeybees (hymenoptera: Apidae) on two sowing dates. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86:2087–2100. doi: [10.1590/0001-3765201420140134](https://doi.org/10.1590/0001-3765201420140134)

Chiari WC, de Toledo V de AA, Hoffmann-Campo CB, et al. (2008) Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica [*Glycine max* (L.) Merrill] Round-up Ready cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS 133. *Acta Scientiarum - Agronomy* 30:267–271. doi: [10.4025/actasciagron.v30i2.1787](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v30i2.1787)

Chiari WC, Toledo VDAAD, Ruvolo-Takasusuki MCC, et al. (2005) Pollination of soybean (*Gly-*

cine max L. Merrill) by Honeybees (*Apis mellifera* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48:31–36. doi: [10.1590/S1516-89132005000100005](https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000100005)

Cruz DD, Freitas BM, da Silva LA, et al. (2005) Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40:1197–1201. doi: [10.1590/S0100-204X2005001200006](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001200006)

del Sarto MCL, Peruquetti RC, Campos LAO (2005) Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. *Journal of Economic Entomology* 98:260–266. doi: [10.1603/0022-0493-98.2.260](https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.2.260)

Faria LRR, Do Nascimento Bendini J, Barreto LMRC (2008) Eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L. e polinização entomófila em pimentão variedade “Casadura Ikeda.” *Bragantia* 67:261–266. doi: [10.1590/s0006-87052008000200001](https://doi.org/10.1590/s0006-87052008000200001)

Freitas BM, de Oliveira Filho JH (2003) Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural* 33:1135–1139. doi: [10.1590/S0103-84782003000600021](https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000600021)

Junqueira CN, Augusto SC (2017) Bigger and sweeter passion fruits: effect of pollinator enhancement on fruit production and quality. *Apidologie* 48:131–140. doi: [10.1007/s13592-016-0458-2](https://doi.org/10.1007/s13592-016-0458-2)

Junqueira CN, Hogendoorn K, Augusto SC (2012) The use of trap-nests to manage carpenter bees (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini), pollinators of passion fruit (Passifloraceae: *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Annals of the Entomological Society of America* 105:884–889. doi: [10.1603/AN12061](https://doi.org/10.1603/AN12061)

Junqueira CN, Rabelo LS, Alves Ferreira Bastos EM, Augusto SC (2017) Do flexible pollen foraging habits of *Xylocopa frontalis* (Apidae, Xylocopini) contribute to nest management in passion fruit crops? *Journal of Apicultural Research* 56:646–652. doi: [10.1080/00218839.2017.1370901](https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1370901)

Lima-Jr IO, Kiill LHP, Costa ND, et al. (2012) Visitação de *Apis mellifera* em cultivo de melão tipo Gália com mulching de cores diferentes. *Horticultura Brasileira* 30:S1186—S1191.

Lorenzon, M. C. A.; Martinho MR (1994) Comportamento das abelhas africanizadas (*Apis*

mellifera L.) quando aprisionadas em ensaios de polinização. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 29:1685–1690.

Magalhães CB, Freitas BM (2013) Introducing nests of the oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. *Apidologie* 44:234–239. doi: [10.1007/s13592-012-0175-4](https://doi.org/10.1007/s13592-012-0175-4)

Malagodi-Braga KS, Peixoto Kleinert ADM (2004) Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? *Australian Journal of Agricultural Research* 55:771–773. doi: [10.1071/AR03240](https://doi.org/10.1071/AR03240)

Nunes-Silva P, Hrcir M, Da Silva CI, et al. (2013) Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. *Apidologie* 44:537–546. doi: [10.1007/s13592-013-0204-y](https://doi.org/10.1007/s13592-013-0204-y)

Oliveira R, Schlindwein C (2009) Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Journal of Economic Entomology* 102:265–273. doi: [10.1603/029.102.0136](https://doi.org/10.1603/029.102.0136)

Pina WDC, Aguiar CML (2011) Trap-nesting bees (Hymenoptera: Apidae) in orchards of acerola (*Malpighia emarginata*) in a semiarid region of Brazil. *Sociobiology* 58:379–392. doi: [10.1007/s13592-012-0175-4](https://doi.org/10.1007/s13592-012-0175-4)

Ribeiro M de F, da Silva EMS, Lima Júnior I de O, Kiill LHP (2015) Honey bees (*Apis mellifera*) visiting flowers of yellow melon (*Cucumis melo*) using different number of hives. *Ciência Rural* 45:1768–1773. doi: [10.1590/0103-8478cr20140974](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140974)

Rizzardo RAG, Milfont MO, Da Silva EMS, Freitas BM (2012) *Apis mellifera* pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 84:1137–1145. doi: [10.1590/S0001-37652012005000057](https://doi.org/10.1590/S0001-37652012005000057)

Roselino AC, Santos SAB, Bego LR (2010) Qualidade dos frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.) a partir de flores polinizadas por abelhas sem ferrão (*Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepelletier 1836 e *Melipona scutellaris* Latreille

1811) sob cultivo protegido. *Revista Brasileira de Biociências* 8:154–158.

Roselino AC, Santos SB, Hrcir M, Bego LR (2009) Differences between the quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*) pollinated by the stingless bees *Scaptotrigona* aff. *depilis* and *Nannotrigona testaceicornis*. *Genetics and Molecular Research* 8:539–545. doi: [10.4238/vol8-2kerr005](https://doi.org/10.4238/vol8-2kerr005)

Sarmiento da Silva EM, Freitas BM, Silva L a., et al. (2005) Biologia floral do pimentão (*Capsicum annum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido. *Revista Ciência Agrônômica* 36:386–390.

Sezerino AA (2015) Limitações ao uso de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) para a polinização dirigida de cultivares: um estudo de caso com a pereira-portuguesa (*Pyrus communis* L. cv. Rocha). *Biotemas* 28:73–86.

Silva MA, Ferreira N da S, Teixeira-Souza VH da S, et al. (2017) Sobre los límites térmicos para el uso de abejas sin aguijón como polinizadores comerciales en invernaderos. *Journal of Apicultural Research* 56:81–90. doi: [10.1080/00218839.2016.1260380](https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1260380)

Silva MA, Oliveira FDAD, Hrcir M (2016) Efeito de diferentes tratamentos de polinização em berinjela em casa de vegetação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 11:30–36. doi: [10.18378/rvads.v11i1.3771](https://doi.org/10.18378/rvads.v11i1.3771)

Silva SR, Malerbo-Souza DT (2003) Eficiência de extratos de plantas medicinais e aromáticas em atrair abelha africanizada (*Apis mellifera* L.) em cultura de abacateiro (*Persea americana* Mill.). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 6(1):56–59.

Silva SR, Malerbo-Souza DT, Toledo VDAAD (2002) Métodos para atrair a abelha *Apis mellifera* L. em cultura de abacate (*Persea americana* Mill.). *Acta Scientiarum Animal Sciences* 24:889–896. doi: [10.4025/actascianimsci.v24i0.2338](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v24i0.2338)

Sousa RM, Aguiar ODS, Freitas BM, et al. (2014) Período de introdução de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) para polinização. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 9(4):1–4.

Sousa RM, Aguiar OS, Andrade ABA, et al. (2013) Densidade de colméias com abelhas africaniza-

das (*Apis mellifera* L.) para polinização da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) no estado do Ceará - Brasil. *Acta Apicola Brasilica* 1:09. doi: [10.18378/aab.v1i1.3586](https://doi.org/10.18378/aab.v1i1.3586)

Sousa RM, Aguiar OS, Freitas BM, et al. (2012) Grazing behavior of africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) in flowers of yellow melon (*Cucumis melo* L.). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 7:233-238.

Viana BF, Gabriel J, Garibaldi LA, et al. (2014) Stingless bees further improve apple pollination and production. *Journal of Pollination Ecology* 14:261-269.

Witter S, Nunes-Silva P, Lisboa BB, et al. (2015) Stingless bees as alternative pollinators of canola. *Journal of Economic Entomology* 108:880-886. doi: [10.1093/jee/tov096](https://doi.org/10.1093/jee/tov096)

Witter S, Radin B, Lisboa BB, et al. (2012) Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47:58-65. doi: [10.1590/S0100-204X2012000100009](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100009)

Ameaças aos polinizadores, como doenças e uso de agrotóxicos

Abramson CI, Aquino IS, Ramalho FS, Price JM (1999) The effect of insecticides on learning in the Africanized honey bee (*Apis mellifera* L.). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 37:529-535. doi: [10.1007/s002449900548](https://doi.org/10.1007/s002449900548)

Barbosa WF, Smagghe G, Guedes RNC (2015a) Pesticides and reduced-risk insecticides, native bees and pantropical stingless bees: pitfalls and perspectives. *Pest Management Science* 71:1049-1053. doi: [10.1002/ps.4025](https://doi.org/10.1002/ps.4025)

Barbosa WF, Tomé HVV, Bernardes RC, et al. (2015b) Biopesticide-induced behavioral and morphological alterations in the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 34:2149-2158. doi: [10.1002/etc.3053](https://doi.org/10.1002/etc.3053)

Catae AF, Roat TC, De Oliveira RA, et al. (2014) Cytotoxic effects of thiamethoxam in the midgut and malpighian tubules of Africanized *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Microscopy Research and Technique* 77:274-281. doi: [10.1002/jemt.22339](https://doi.org/10.1002/jemt.22339)

Costa EM, Araujo EL, Maia AVP, et al. (2014) Toxicity of insecticides used in the Brazilian melon crop to the honey bee *Apis mellifera* under laboratory conditions. *Apidologie* 45:34-44. doi: [10.1007/s13592-013-0226-5](https://doi.org/10.1007/s13592-013-0226-5)

Costa LM, Grella TC, Barbosa RA, et al. (2015) Determination of acute lethal doses (LD50 and LC50) of imidacloprid for the native bee *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology* 62:578-582. doi: [10.13102/sociobiology.v62i4.792](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v62i4.792)

Díaz S, de Souza Urbano S, Caesar L, et al. (2017) Report on the microbiota of *Melipona quadrifasciata* affected by a recurrent disease. *Journal of Invertebrate Pathology* 143:35-39. doi: [10.1016/j.jip.2016.11.012](https://doi.org/10.1016/j.jip.2016.11.012)

Fernandez FC, Da Cruz-Landim C, Malaspina O (2012) Influence of the insecticide pyriproxyfen on the flight muscle differentiation of *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Microscopy Research and Technique* 75:844-848. doi: [10.1002/jemt.22003](https://doi.org/10.1002/jemt.22003)

Freiberg M, De Jong D, Message D, Cox-Foster D (2012) First report of sacbrood virus in honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Brazil. *Genetics and Molecular Research* 11:3310-3314. doi: [10.4238/2012.September.12.14](https://doi.org/10.4238/2012.September.12.14)

Freitas BM, Pinheiro JN (2010) Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. *Oecologia Australis* 14:282-298. doi: [10.4257/oeco.2010.1401.17](https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.17)

Guimarães-Cestaro L, Alves MLTMF, Message D, et al. (2017) Honey bee (*Apis mellifera*) health in stationary and migratory apiaries. *Sociobiology* 64:42-49. doi: [10.13102/sociobiology.v64i1.1183](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v64i1.1183)

Guimarães-Cestaro L, Serrão JE, Message D, et al. (2016) Simultaneous detection of *Nosema* spp., *Ascospaera apis* and *Paenibacillus larvae* in honey bee products. *Journal of Hymenoptera Research* 49:43-50. doi: [10.3897/JHR.49.7061](https://doi.org/10.3897/JHR.49.7061)

Lima MAP, Martins GF, Oliveira EE, Guedes RNC (2016) Agrochemical-induced stress in stingless bees: peculiarities, underlying basis, and challenges. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* 202:733-747. doi: [10.1007/s00359-016-1110-3](https://doi.org/10.1007/s00359-016-1110-3)

Lunardi JS, Zaluski R, Orsi RO (2017) Evaluation of motor changes and toxicity of insecticides Fipronil and imidacloprid in africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology* 64:50-56. doi: [10.13102/sociobiology.v64i1.1190](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v64i1.1190)

Maggi M, Antúnez K, Invernizzi C, et al. (2016) Honeybee health in South America. *Apidologie* 47:835-854. doi: [10.1007/s13592-016-0445-7](https://doi.org/10.1007/s13592-016-0445-7)

Malerbo-Souza DT, Nogueira-Couto RH (2017) Efficiency of n-octyl-acetate, 2-heptanone and citronellal in repelling bees from basil (*Ocimum sellowii* - Labiatae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 47:1-6. doi: [10.1590/s1516-89132004000100016](https://doi.org/10.1590/s1516-89132004000100016)

Massi FP, Penha RES, Cavalcante MC, et al. (2015) Identification of *Aspergillus nomius* in bees visiting Brazil nut flowers. *Microbes and Environments* 30:273-275. doi: [10.1264/jsme2.ME14146](https://doi.org/10.1264/jsme2.ME14146)

Mattos IM, Chaud-Netto J (2011) Effects of natural infestations of the mite *Varroa*, destructor on the development of africanized honeybee workers (*Apis mellifera*). *Sociobiology* 58:85-94. doi: [10.13140/2.1.4351.4244](https://doi.org/10.13140/2.1.4351.4244)

Mattos IM, Chaud-Netto J (2012) Analysis of mortality in africanized honey bee colonies with high levels of infestation by *Varroa destructor*. *Sociobiology* 59:369-380. doi: [10.13102/sociobiology.v59i2.601](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v59i2.601)

Moretto G, Leonidas JM (2003) Infestation and distribution of the mite *Varroa destructor* in colonies of africanized bees. *Brazilian Journal of Biology* 63:83-86. doi: [10.1590/s1519-69842003000100011](https://doi.org/10.1590/s1519-69842003000100011)

Morgano MA, Teixeira Martins MC, Rabonato LC, et al. (2010) Inorganic contaminants in bee pollen from southeastern Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58:6876-6883. doi: [10.1021/jf100433p](https://doi.org/10.1021/jf100433p)

Piccirillo GA, De Jong D (2003) The influence of brood comb cell size on the reproductive behavior of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* in africanized honey bee colonies. *Genetics and Molecular Research* 2:36-42.

Pinheiro JN, Freitas BM (2010) Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas

brasileiros. *Oecologia Australis* 14:266-281. doi: [10.4257/oeco.2010.1401.16](https://doi.org/10.4257/oeco.2010.1401.16)

Pires CSS, Silveira FA, Cardoso CF, et al. (2014) Selection of bee species for environmental risk assessment of GM cotton in the Brazilian Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 49:1-16.

Porrini MP, Porrini LP, Garrido PM, et al. (2017) *Nosema ceranae* in South American native stingless bees and social wasp. *Microbial Ecology* 74:761-764. doi: [10.1007/s00248-017-0975-1](https://doi.org/10.1007/s00248-017-0975-1)

Prado-Silva A, Nunes LA, dos Santos JM, et al. (2018) Morphogenetic alterations in *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera: Apidae) associated with pesticides. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 74:627-632. doi: [10.1007/s00244-018-0509-y](https://doi.org/10.1007/s00244-018-0509-y)

Resende GC, Alvarenga ES, de Araujo TA, et al. (2016) Toxicity to *Diaphania hyalinata*, selectivity to non-target species and phytotoxicity of furanones and phthalide analogues. *Pest Management Science* 72:1772-1777. doi: [10.1002/ps.4210](https://doi.org/10.1002/ps.4210)

Rodrigues CG, Krüger AP, Barbosa WF, Guedes RNC (2016) Leaf fertilizers affect survival and behavior of the neotropical stingless bee *Friesella schrottkyi* (Meliponini: Apidae: Hymenoptera). *Journal of Economic Entomology* 109:1001-1008. doi: [10.1093/jee/tow044](https://doi.org/10.1093/jee/tow044)

Rosa AS, l'Anson Price R, Ferreira Caliman MJ, et al. (2015) The stingless bee species, *Scaptotrigona* aff. *depilis*, as a potential indicator of environmental pesticide contamination. *Environmental Toxicology and Chemistry* 34:1851-1853. doi: [10.1002/etc.2998](https://doi.org/10.1002/etc.2998)

Rossi CA, Roat TC, Tavares DA, et al. (2013) Effects of sublethal doses of imidacloprid in malpighian tubules of africanized *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). *Microscopy Research and Technique* 76:552-558. doi: [10.1002/jemt.22199](https://doi.org/10.1002/jemt.22199)

Santos CF, Acosta AL, Dorneles AL, et al. (2016a) Queens become workers: Pesticides alter caste differentiation in bees. *Scientific Reports* 6:1-9. doi: [10.1038/srep31605](https://doi.org/10.1038/srep31605)

Santos JF, Coelho FC, Bliman P-A (2016b) Behavioral modulation of infestation by varroa destructor in bee colonies. Implications for colony stability. *Plos One* 11:1-22. doi: [10.1371/journal.pone.0160465](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160465)

Siqueira Katia MM, de Ribeiro MF, Kiill LHP, *et al.* (2012) Effect of agrochemicals on the pattern of visitation of honey bees (*Apis mellifera*) in melon (*Cucumis melo*) flowers in Brazilian Northeast. *Julius-Kühn-Archiv* 437:180–183. doi: [10.5073/jka.2012.437.048](https://doi.org/10.5073/jka.2012.437.048)

Soares HM, Jacob CRO, Carvalho SM, *et al.* (2015) Toxicity of imidacloprid to the stingless bee *Scaptotrigona postica* Latreille, 1807 (Hymenoptera: Apidae). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 94:675–680. doi: [10.1007/s00128-015-1488-6](https://doi.org/10.1007/s00128-015-1488-6)

Teixeira MG, Alvarenga ES, Pimentel MF, Picanço MC (2015) Synthesis and insecticidal activity of lactones derived from furan-2(5H)-one. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 26:2279–2289. doi: [10.5935/0103-5053.20150217](https://doi.org/10.5935/0103-5053.20150217)

Tomé HVV, Barbosa WF, Martins GF, Guedes RNC (2015) Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: Regrettable non-target toxicity of a bioinsecticide. *Chemosphere* 124:103–109. doi: [10.1016/j.chemosphere.2014.11.038](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.11.038)

Tomé HVV, Ramos GS, Araújo MF, *et al.* (2017) Agrochemical synergism imposes higher risk to neotropical bees than to honeybees. *Royal Society Open Science* 4:160866. doi: [10.1098/rsos.160866](https://doi.org/10.1098/rsos.160866)

Valk H, Koomen I (2012) Aspects determining the risk of pesticides to wild bees: risk profiles for focal crops on three continents. In: Valk H, Koomen I (eds) *Julius-Kuhn-Archiv. gef, UNEP*, pp 1–82.

Efeito da paisagem, das mudanças climáticas e da conservação sobre o serviço ecossistêmico de polinização e polinizadores

Acosta AL, Giannini TC, Imperatriz-Fonseca VL, Saraiva AM (2016) Worldwide alien invasion: a methodological approach to forecast the potential spread of a highly invasive pollinator. *Plos One* 11:1–25. doi: [10.1371/journal.pone.0148295](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148295)

Araújo V, Araújo APA, Antoninni Y (2010) Impact of resource availability on bee diversity. *Sociobiology* 55:1–14.

Brown JC (2001) Responding to deforestation: productive conservation, the world bank, and

beekeeping in Rondonia, Brazil. *Professional Geographer* 53:106–118. doi: [10.1111/0033-0124.00273](https://doi.org/10.1111/0033-0124.00273)

Carvalho S, Roat M, Pereira a M, *et al.* (2012) Losses of Brazilian bees: an overview of factors that may affect these pollinators. *Julius-Kühn-Archiv* 437:159–166. doi: [10.5073/jka.2012.437.043](https://doi.org/10.5073/jka.2012.437.043)

Costa L, Franco RM, Guimarães LF, *et al.* (2014) Rescue of stingless bee (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) nests: an important form of mitigating impacts caused by deforestation. *Sociobiology* 61:554–559. doi: [10.13102/sociobiology.v61i4.554-559](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.554-559)

de Marco P, Coelho FM (2004) Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity and Conservation* 13:1245–1255.

Elias MAS, Borges FJA, Bergamini LL, *et al.* (2017) Climate change threatens pollination services in tomato crops in Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 239:257–264. doi: [10.1016/j.agee.2017.01.026](https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.026)

Ferreira PA, Boscolo D, Carvalheiro LG, *et al.* (2015) Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. *Landscape Ecology* 30:2067–2078. doi: [10.1007/s10980-015-0231-3](https://doi.org/10.1007/s10980-015-0231-3)

Flores LMA, Filho AJSP, Westerkamp C, Freitas BM (2012) A importância dos habitats naturais no entorno de plantações de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) para o sucesso reprodutivo. *Iheringia, Série Botânica* 67:189–197.

Franceschinelli EV, Elias MAS, Bergamini LL, *et al.* (2017) Influence of landscape context on the abundance of native bee pollinators in tomato crops in Central Brazil. *Journal of Insect Conservation* 21:715–726. doi: [10.1007/s10841-017-0015-y](https://doi.org/10.1007/s10841-017-0015-y)

Freitas BM, Imperatriz-Fonseca VL, Medina LM, *et al.* (2009) Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40:332–346. doi: [10.1051/apido/2009012](https://doi.org/10.1051/apido/2009012)

Garibaldi LA, Carvalheiro LG, Vaissière BE, *et al.* (2016) Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science* 351:388–391. doi: [10.1126/science.aac7287](https://doi.org/10.1126/science.aac7287)

Giannini CT, Acosta AL, da Silva CI, *et al.* (2013) Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian Tropical Savannas under climate change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 171:39–46. doi: [10.1016/j.agee.2013.03.003](https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.03.003)

Giannini TC, Acosta AL, Garofalo CA, *et al.* (2012) Pollination services at risk: bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling* 244:127–131. doi: [10.1016/j.ecolmodel.2012.06.035](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.06.035)

Giannini TC, Costa WF, Cordeiro GD, *et al.* (2017) Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. *Plos One* 12(8):e0182274. doi: [10.1371/journal.pone.0182274](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182274)

Hipólito J, Viana BF, Garibaldi LA (2016) The value of pollinator-friendly practices: synergies between natural and anthropogenic assets. *Basic and Applied Ecology* 17:659–667. doi: [10.1016/j.baae.2016.09.003](https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.09.003)

Imperatriz-Fonseca VL, Nunes-Silva P (2010) As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica* 10:2–5. doi: [10.1590/S1676-06032010000400008](https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400008)

Jaffé R, Pope N, Carvalho AT, *et al.* (2015) Bees for development: Brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. *Plos One* 10(3):e0121157. doi: [10.1371/journal.pone.0121157](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121157)

Kleijn D, Winfree R, Bartomeus I, *et al.* (2015) Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications* 6:7414. doi: [10.1038/ncomms8414](https://doi.org/10.1038/ncomms8414)

Martins AC, Gonçalves RB, Melo GAR (2013) Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years. *Zoologia* 30:157–176. doi: [10.1590/S1984-46702013000200006](https://doi.org/10.1590/S1984-46702013000200006)

Martins AC, Melo GAR (2010) Has the bumblebee *Bombus bellicosus* gone extinct in the northern portion of its distribution range in Brazil? *Journal of Insect Conservation* 14:207–210. doi: [10.1007/s10841-009-9237-y](https://doi.org/10.1007/s10841-009-9237-y)

Martins AC, Silva DP, De Marco P, Melo GAR (2015) Species conservation under future climate

change: the case of *Bombus bellicosus*, a potentially threatened South American bumblebee species. *Journal of Insect Conservation* 19:33–43. doi: [10.1007/s10841-014-9740-7](https://doi.org/10.1007/s10841-014-9740-7)

Maués MM (2001) Importance of the floral biology and pollinators on the sustainability of forest management. *Acta Horticulturae* 561:81–85. doi: [10.17660/actahortic.2001.561.12](https://doi.org/10.17660/actahortic.2001.561.12)

Moreira EF, Boscolo D, Viana BF (2015) Spatial heterogeneity regulates plant-pollinator networks across multiple landscape scales. *Plos One* 10:1–19. doi: [10.1371/journal.pone.0123628](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123628)

Nemésio A, Silva DP, Nabout JC, Varela S (2016) Effects of climate change and habitat loss on a forest-dependent bee species in a tropical fragmented landscape. *Insect Conservation and Diversity* 9:149–160. doi: [10.1111/icad.12154](https://doi.org/10.1111/icad.12154)

Renó V, Novo E, Escada M (2016) Forest fragmentation in the lower amazon floodplain: implications for biodiversity and ecosystem service provision to riverine populations. *Remote Sensing* 8(886):1–26. doi: [10.3390/rs8110886](https://doi.org/10.3390/rs8110886)

Santos CF, Acosta AL, Nunes-Silva P, *et al.* (2015) Climate warming may threaten reproductive diapause of a highly eusocial bee. *Environmental Entomology* 44:1172–1181. doi: [10.1093/ee/nvv064](https://doi.org/10.1093/ee/nvv064)

Silva CI, Bordon NG, Filho LC da R, Garófalo CA (2012) The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrita* (Hymenoptera: Apidae) in sweet passion fruit fields. *Revista de Biologia Tropical* 60:1553–1565. doi: [10.15517/rbt.v60i4.2073](https://doi.org/10.15517/rbt.v60i4.2073)

Silva DP, Nogueira DS, De Marco P (2017) Contrasting patterns in solitary and eusocial bees while responding to landscape features in the Brazilian Cerrado: a multiscaled perspective. *Neotropical Entomology* 46:264–274. doi: [10.1007/s13744-016-0461-3](https://doi.org/10.1007/s13744-016-0461-3)

Revisões e estudos sobre valoração do serviço ecossistêmico de polinização e valoração do serviço de polinização

Archer CR, Pirk CWW, Carvalheiro LG, Nicolson SW (2014) Economic and ecological implications of geographic bias in pollinator ecology in the

light of pollinator declines. *Oikos* 123:401–407. doi: [10.1111/j.1600-0706.2013.00949.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00949.x)

Brown MJF, Dicks LV, Paxton RJ, *et al.* (2016) A horizon scan of future threats and opportunities for pollinators and pollination. *PeerJ* 4:1–20. doi: [10.7717/peerj.2249](https://doi.org/10.7717/peerj.2249)

Giannini TC, Boff S, Cordeiro GD, *et al.* (2015a) Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie* 46:209–223. doi: [10.1007/s13592-014-0316-z](https://doi.org/10.1007/s13592-014-0316-z)

Giannini TC, Cordeiro GD, Freitas BM, *et al.* (2015b) The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology* 108:849–857. doi: [10.1093/jee/tov093](https://doi.org/10.1093/jee/tov093)

Novais SMA, Nunes CA, Santos NB, *et al.* (2016) Effects of a possible pollinator crisis on food crop production in Brazil. *Plos One* 11:1–12. doi: [10.1371/journal.pone.0167292](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167292)

Pires CSS, de Mello Pereira F, do Rêgo Lopes MT, *et al.* (2016) Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51:422–442. doi: [10.1590/S0100-204X2016000500003](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500003)

Rader R, Bartomeus I, Garibaldi LA, *et al.* (2015) Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113:146–151. doi: [10.1073/pnas.1517092112](https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112)

Conhecimento tradicional

Almeida EB, Cordeiro Cardoso J, Karla De Lima A, *et al.* (2013) The incorporation of Brazilian propolis into collagen-based dressing films improves dermal burn healing. *Journal of Ethnopharmacology* 147:419–425. doi: [10.1016/j.jep.2013.03.031](https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.03.031)

Alves MR de O, Justina GD, Souza BDA, *et al.* (2006) Criação de abelhas nativas sem ferrão (Hymenoptera: Apidae): autosustentabilidade na comunidade de Jóia do Rio, município de Camaçari, estado da Bahia. *Magistra* 18:221–228.

Alves RRN, Neta RO de S, Trovao DM de BM, *et al.* (2012a) Traditional uses of medicinal animals in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 8:41. doi: [10.1186/1746-4269-8-41](https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-41)

Alves RRN, Rosa IL, Leo Neto NA, Voeks R (2012b) Animals for the gods: magical and religious faunal use and trade in Brazil. *Human Ecology* 40:751–780. doi: [10.1007/s10745-012-9516-1](https://doi.org/10.1007/s10745-012-9516-1)

Athayde S, Stepp JR, Ballester WC (2016) Engaging indigenous and academic knowledge on bees in the Amazon: implications for environmental management and transdisciplinary research. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 12(1):26. doi: [10.1186/s13002-016-0093-z](https://doi.org/10.1186/s13002-016-0093-z)

Bendini JN, Orsi RO, Bendini HN, *et al.* (2014) Caracterização espacial da atividade apícola na microrregião de Campos do Jordão, São Paulo, Brasil. *Archivos de Zootecnia* 63:689–692. doi: [10.4321/S0004-05922014000400012](https://doi.org/10.4321/S0004-05922014000400012)

Bomfim BLS, da Fonseca Filho IC, de Farias JC, *et al.* (2016) Etnoentomologia em comunidade rural do cerrado piauiense. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 39:189–205. doi: [10.5380/dma.v39i0.44597](https://doi.org/10.5380/dma.v39i0.44597)

Carvalho RM, Martins CF, Mourao J da S (2014) Meliponiculture in Quilombola communities of Ipiranga and Gurugi, Paraíba state, Brazil: an ethnoecological approach. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 10:. doi: [10.1186/1746-4269-10-3](https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-3)

Carvalho RMA, Martins CF (2014) “É uma abelha sagrada”: dimensão simbólica da criação de abelhas sem ferrão em comunidades quilombolas da zona da mata sul paraibana. *Gaia Scientia* 15–27.

Castro SL, Higashi KO (1995) Effect of different formulations of propolis on mice infected *Trypanosoma cruzi*. *Journal of Ethnopharmacology* 46:55–58. doi: [10.1016/0378-8741\(95\)01228-6](https://doi.org/10.1016/0378-8741(95)01228-6)

Cinegaglia NC, Bersano PRO, Araújo MJA, *et al.* (2013) Evidence-based complementary and alternative medicine anticancer effects of geopropolis produced by stingless bees on canine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2013:1–7.

Costa-Neto EM (1999) Healing with animals in Feira de Santana City, Bahia, Brazil. *Journal of Ethnobiology* 65:225–230. doi: [10.1016/S0378-8741\(98\)00158-5](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00158-5)

Costa-Neto EM (2002) The use of insects in folk medicine in the State of Bahia, northeast-

ern Brazil, with notes on insects reported elsewhere in Brazilian folk medicine. *Human Ecology* 30:245–263. doi: [10.1023/A:1015696830997](https://doi.org/10.1023/A:1015696830997)

Costa-Neto EM (2004) Implications and applications of folk zootherapy in the state of Bahia, Northeastern Brazil. *Sustainable Development* 12:161–174. doi: [10.1002/sd.234](https://doi.org/10.1002/sd.234)

Franchin M, da Cunha MG, Denny C, *et al.* (2012) Geopropolis from *Melipona scutellaris* decreases the mechanical inflammatory hypernociception by inhibiting the production of IL-1 beta and TNF-alpha. *Journal of Ethnopharmacology* 143:709–715. doi: [10.1016/j.jep.2012.07.040](https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.07.040)

Higashi KO, Decastro SL (1994) Propolis extracts are effective against *Trypanosoma cruzi* and have an impact on its interaction with host-cells. *Journal of Ethnopharmacology* 43:149–155. doi: [10.1016/0378-8741\(94\)90012-4](https://doi.org/10.1016/0378-8741(94)90012-4)

Jaffé R, Pope N, Acosta AL, *et al.* (2016) Bee-keeping practices and geographic distance, not land use, drive gene flow across tropical bees. *Molecular Ecology* 25:5345–5358. doi: [10.1111/mec.13852](https://doi.org/10.1111/mec.13852)

Koffler S, Menezes C, Menezes PR, *et al.* (2015) Temporal variation in honey production by the stingless bee *Melipona subnitida* (Hymenoptera: Apidae): long-term management reveals its potential as a commercial species in Northeastern Brazil. *Journal of Economic Entomology* 108:858–867. doi: [10.1093/jee/tov055](https://doi.org/10.1093/jee/tov055)

Maia UM, Jaffe R, Carvalho AT, Imperatriz-fonseca VL (2015) Meliponicultura no Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária* 37:327–333.

Murad JM, Calvi SA, Soares AMVC, *et al.* (2002) Effects of propolis from Brazil and Bulgaria on fungicidal activity of macrophages against *Paracoccidioides brasiliensis*. *Journal of Ethnopharmacology* 79:331–334. doi: [10.1016/S0378-8741\(01\)00404-4](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(01)00404-4)

Pereira DS, Menezes PR, Filho VB, *et al.* (2011) Abelhas indígenas criadas no Rio Grande do Norte. *Acta Veterinaria Brasilica* 5:81–91.

Pinto LCL, Morais LMO, Guimaraes AQ, *et al.* (2016) Traditional knowledge and uses of the *Caryocar brasiliense* Cambess. (Pequi) by “quilombolas” of Minas Gerais, Brazil: subsidies

for sustainable management. *Brazilian Journal of Biology* 76:511–519. doi: [10.1590/1519-6984.22914](https://doi.org/10.1590/1519-6984.22914)

Potts SG, Imperatriz-Fonseca V, Ngo HT, *et al.* (2016) Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540:220–229. doi: [10.1038/nature20588](https://doi.org/10.1038/nature20588)

Ratcliffe N, Azambuja P, Mello CB (2014) Recent advances in developing insect natural products as potential modern day medicines. *Hindawi* 2014:1–22. doi: doi.org/10.1155/2014/904958

Sabbag OJ, Nicodemo D (2011) Viabilidade econômica para produção de mel em propriedade familiar. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 41:94–101. doi: [10.5216/pat.v41i1.10414](https://doi.org/10.5216/pat.v41i1.10414)

Santos GM, Antonini Y (2008) The traditional knowledge on stingless bees (Apidae: Meliponina) used by the Enawene-Nawe tribe in western Brazil. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 4:1–9. doi: [10.1186/1746-4269-4-19](https://doi.org/10.1186/1746-4269-4-19)

Sforcin JM, Bankova V (2011) Propolis: is there a potential for the development of new drugs? *Journal of Ethnopharmacology* 133:253–260. doi: [10.1016/j.jep.2010.10.032](https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.10.032)

Vale MAD, Gomes FA, Dos Santos BRC, Ferreira JB (2017) Honey quality of *Melipona* sp. bees in Acre, Brazil. *Acta Agronomica* 67:201–207. doi: [10.15446/acag.v67n2.60836](https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.60836)

Venturieri GC, Raiol V de FO, Pereira CAB (2003) Avaliação da introdução da criação racional de *Melipona fasciculata* (Apidae: Meliponina), entre os agricultores familiares de Bragança - PA, Brasil. *Biota Neotropica* 3:1–7. doi: [10.1590/S1676-06032003000200003](https://doi.org/10.1590/S1676-06032003000200003)

Produção de mel

Almeida-Anacleto D, Marchini LC, de Camargo AC, *et al.* (2012) Plants used by bees as pollen sources in the Brazilian “Cerrado.” *Sociobiology* 59:1483–1493.

Anacleto DA, Souza BA (2009) Composition of the honey of samples originated from Jataí bees (*Tetragonisca angustula* latreille, 1811). *Food Science and Technology* 29:535–541.

Araujo DFD, Moreti ACCC, da Silveira TA, *et al.* (2013) Pollen content in honey of *Apis mellifera*

- Linnaeus (Hymenoptera, Apidae) in an Atlântica Forest fragment in the municipality of Piracicaba, São Paulo state, Brazil. *Sociobiology* 60:436–440. doi: [10.13102/sociobiology.v60i4.436-440](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v60i4.436-440)
- Barth OM (2004) Melissopalynology in Brazil: a review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola* 61:342–350. doi: [10.1590/s0103-90162004000300018](https://doi.org/10.1590/s0103-90162004000300018)
- Bosco LB, da Luz CFP (2018) Pollen analysis of Atlantic Forest honey from the Vale do Ribeira region, state of São Paulo, Brazil. *Grana* 57:144–157. doi: [10.1080/00173134.2017.1319414](https://doi.org/10.1080/00173134.2017.1319414)
- Braga JA, Sales EO, Neto JS, et al. (2012) Floral sources to *Tetragonisca angustula*, (Hymenoptera: Apidae) and their pollen morphology in a Southeastern Brazilian Atlantic Forest. *Revista de Biologia Tropical* 60:1491–1501. doi: [10.15517/rbt.v60i4.2067](https://doi.org/10.15517/rbt.v60i4.2067)
- Carvalho CAL, Moreti AC de CC, Marchini LC, et al. (2001) Pollen spectrum of honey of “uruçu” bee (*Melipona scutellaris* Latreille, 1811). *Revista Brasileira de Biologia* 61:63–67. doi: [10.1590/S0034-71082001000100009](https://doi.org/10.1590/S0034-71082001000100009)
- Dórea M da C, de Novais JS, dos Santos F de AR (2010) Botanical profile of bee pollen from the southern coastal region of Bahia, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 24:862–867. doi: [10.1590/S0102-33062010000300028](https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000300028)
- Ferreira MC, Absy ML (2015) Pollen niche and trophic interactions between colonies of *Melipona* (Michmelia) *seminigra merrillae* and *Melipona* (Melikerria) *interrupta* (Apidae: Meliponini) reared in floodplains in the Central Amazon. *Arthropod-Plant Interactions* 9:263–279. doi: [10.1007/s11829-015-9365-0](https://doi.org/10.1007/s11829-015-9365-0)
- Ferreira MG, Absy ML (2017) Pollen analysis of honeys of *Melipona* (Michmelia) *seminigra merrillae* and *Melipona* (Melikerria) *interrupta* (Hymenoptera: Apidae) bred in Central Amazon, Brazil. *Grana* 56:436–449. doi: [10.1080/00173134.2016.1277259](https://doi.org/10.1080/00173134.2016.1277259)
- Ferreira MG, Manente-Balestieri FCD, Balestieri JBP (2010) Pólen coletado por *Scaptotrigona depilis* (Moure) (Hymenoptera, Meliponini), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54:258–262. doi: [10.1590/S0085-56262010000200008](https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000200008)
- Franco EL, Aguiar CML, Ferreira VS, Oliveira-Rebouças PL (2009) Plant use and niche overlap between the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and the native bumblebee (*Bombus atratus*) (Hymenoptera: Apidae) in an area of tropical mountain vegetation in Northeastern Brazil. *Sociobiology* 53:141–150.
- Freitas AS, Sattler JAG, de Souza BR, et al. (2015) A melissopalynological analysis of *Apis mellifera* L. loads of dried bee pollen in the southern Brazilian macro-region. *Grana* 54:305–312. doi: [10.1080/00173134.2015.1096954](https://doi.org/10.1080/00173134.2015.1096954)
- Hilgert-Moreira SB, Nascher CA, Callegari-Jacques SM, Blochtein B (2014) Pollen resources and trophic niche breadth of *Apis mellifera* and *Melipona obscurior* (Hymenoptera, Apidae) in a subtropical climate in the Atlantic rain forest of southern Brazil. *Apidologie* 45:129–141. doi: [10.1007/s13592-013-0234-5](https://doi.org/10.1007/s13592-013-0234-5)
- Luz CFP, Barth OM (2012) Pollen analysis of honey and beebread derived from Brazilian mangroves. *Brazilian Journal of Botany* 35:79–85. doi: [10.1590/S1806-99592012000100009](https://doi.org/10.1590/S1806-99592012000100009)
- Matos VR, Alencar SM, Santos FAR (2014) Pollen types and levels of total phenolic compounds in propolis produced by *Apis mellifera* L. (Apidae) in an area of the Semiarid Region of Bahia, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86:407–418. doi: [10.1590/0001-376520142013-0109](https://doi.org/10.1590/0001-376520142013-0109)
- Matos VR, dos Santos F de A (2017) Pollen in honey of *Melipona scutellaris* L. (Hymenoptera: Apidae) in an Atlantic rainforest area in Bahia, Brazil. *Palynology* 41:144–156. doi: [10.1080/01916122.2015.1115434](https://doi.org/10.1080/01916122.2015.1115434)
- Mendonça K, Marchini LC, Souza B de A, et al. (2008) Plantas apícolas de importância para *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em fragmento de cerrado em Itirapina, SP. *Neotropical Entomology* 37:513–521. doi: [10.1590/S1519-566X2008000500003](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2008000500003)
- Milfont MDO, Freitas BM, Rizzardo RAG, Guimaraes MDO (2009) Produção de mel por abelhas africanizadas em plantio de mamoneira. *Ciência Rural* 39:1195–1200. doi: [10.1590/S0103-84782009005000058](https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000058)
- Novais JS, Absy ML (2013) Palynological examination of the pollen pots of native stingless bees from the Lower Amazon region in Para, Brazil. *Palynology* 37:218–230. doi: [10.1080/01916122.2013.787127](https://doi.org/10.1080/01916122.2013.787127)
- Novais JS, Absy ML, dos Santos F de AR (2013) Pollen grains in honeys produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of north-eastern Brazil. *Arthropod-Plant Interactions* 7:619–632. doi: [10.1007/s11829-013-9276-x](https://doi.org/10.1007/s11829-013-9276-x)
- Novais JS, Lima e Lima LC, dos Santos F de AR (2010) Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. *Journal of Arid Environments* 74:1355–1358. doi: [10.1016/j.jaridenv.2010.05.005](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2010.05.005)
- Novais JS, Lima LCLE, de Santos FARD (2009) Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana* 48:224–234. doi: [10.1080/00173130903037725](https://doi.org/10.1080/00173130903037725)
- Oliveira-Abreu C, Hiljizario SD, Luz CFP, Alves-Dos-Santos I (2014) Pollen and nectar foraging by *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepelletier (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in natural habitat. *Sociobiology* 61:441–448. doi: [10.13102/sociobiology.v61i4.441-448](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.441-448)
- Pinto RS, Albuquerque PMC, Rêgo MMC (2014) Pollen analysis of food pots stored by *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera: Apidae) in a restinga area. *Sociobiology* 61:461–469. doi: [10.13102/sociobiology.v61i4.461-469](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.461-469)
- Poderoso JCM, Correia-Oliveira ME, Paz LC, et al. (2012) Botanical preferences of africanized bees (*Apis mellifera*) on the Coast and in the Atlantic Forest of Sergipe, Brazil. *Sociobiology* 59:97–106. doi: [10.13102/sociobiology.v59i1.768](https://doi.org/10.13102/sociobiology.v59i1.768)
- Rech AR, Lúcia Absy M (2011) Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. *Grana* 50:150–161. doi: [10.1080/00173134.2011.579621](https://doi.org/10.1080/00173134.2011.579621)
- Rodarte ATA, da Silva FO, Viana BF (2008) A flora melitófila de uma área de dunas com vegetação de caatinga, estado da Bahia, nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22:301–312. doi: [10.1590/S0102-33062008000200001](https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000200001)
- Salis SM, de Jesus EM, dos Reis VDA, et al. (2015) Calendário floral de plantas melíferas nativas da borda oeste do Pantanal no estado do Mato Grosso do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50:861–870. doi: [10.1590/S0100-204X2015001000001](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015001000001)
- Sekine ES, Toledo VAA, Caxambu MG, et al. (2013) Melliferous flora and pollen characterization of honey samples of *Apis mellifera* L., 1758 in apiaries in the counties of Uiratã and Nova Aurora, PR. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 85:307–326. doi: [10.1590/S0001-37652013005000017](https://doi.org/10.1590/S0001-37652013005000017)
- Sereia MJ, Alves EM, Toledo VAA, et al. (2011) Physicochemical characteristics and pollen spectra of organic and non-organic honey samples of *Apis mellifera* L. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 83:1077–1090. doi: [10.1590/S0001-37652011000300026](https://doi.org/10.1590/S0001-37652011000300026)
- Silva APC, Dos Santos F de AR (2014) Pollen diversity in honey from Sergipe, Brazil. *Grana* 53:159–170. doi: [10.1080/00173134.2014.896941](https://doi.org/10.1080/00173134.2014.896941)
- Silveira TA (2014) Botanical Origin of Protein Sources Used by Honeybees (*Apis mellifera*) in an Atlantic Forest. *Sociobiology* 59:1229–1238.
- Sodré GDAS, Marchini LC, Carvalho CALDE (2007) Pollen analysis in honey samples from the two main producing regions. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 79:381–388.
- Souza HRD, Maria A, Amélia M, et al. (2015) Espectro polínico da própolis de *Scaptotrigona aff. postica* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) em Barra do Corda, MA, Brasil. *Acta Amazonica* 45:307–316. doi: [10.1590/1809-4392201403663](https://doi.org/10.1590/1809-4392201403663)

ANEXO III

Lista de plantas cultivadas ou silvestres associadas à produção de alimentos no Brasil e estudadas quanto ao (i) nível de dependência de polinização; (ii) ao valor anual do serviço ecossistêmico de polinização; e (iii) aos seus visitantes florais e polinizadores. A dependência de polinização foi classificada como essencial, alta, modesta, pouca ou sem incremento. O valor anual do serviço ecossistêmico de polinização foi calculado a partir da taxa de dependência e do valor anual de produção. Os grupos de polinizadores indicam os grupos funcionais de animais que atuam como visitantes florais e polinizadores. A contribuição de vetores abióticos para a polinização das plantas está indicada entre parêntesis nos grupos de polinizadores. Os polinizadores estão grifados em negrito.

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
abacate	<i>Persea americana</i> (Lauraceae)	alta	148.590.000,00	abelhas ; besouros; borboletas; formigas; moscas; vespas	Coleoptera Diptera Hymenoptera	Coccinellidae Apidae	 <i>Apis mellifera</i> <i>Tetragonisca angustula</i> <i>Trigona spinipes</i> <i>Xylocopa</i> sp.	Malerbo-Souza <i>et al.</i> 2000; Carvalho <i>et al.</i> 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a
						Formicidae	Halictidae <i>Augochlora</i> sp. <i>Chloralictus</i> sp.	
						Vespidae		
					Lepidoptera			
abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (Bromeliaceae)	-	-	-	-	-	-	-
abacaxi-do-cerrado	<i>Ananas ananassoides</i> (Bromeliaceae)	sem incremento	-	abelhas ; aves; borboletas	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i> <i>Hylocharis chrysura</i> <i>Thalurania glaucopsis</i>	Stahl <i>et al.</i> 2012; Barbosa-Filho & Araújo 2014
					Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus morio</i> <i>Plebeia droryana</i> <i>Trigona spinipes</i>	
					Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Hamadryas februa</i>	
						Pieridae	<i>Phoebis sennae</i>	
abiu	<i>Pouteria caimito</i> (Sapotaceae)	-	-	abelhas ; formigas; moscas	Diptera Hymenoptera	Tephritidae Apidae	<i>Anastrepha serpentina</i> <i>Eulaema mocsaryi</i> <i>Melipona seminigra</i>; <i>Melipona</i> sp. <i>Oxytrigona obscura</i> <i>Ptilotrigona lurida</i> <i>Trigona dallatorreana</i>; <i>Trigona spinipes</i>; <i>Trigona</i> sp. <i>Xylocopa frontalis</i>; <i>Xylocopa</i> sp.	Falcão & Clement 1999
						Formicidae	<i>Cephalotes atratus</i> <i>Crematogaster</i> sp. <i>Ectatomma quadridens</i>	
abóbora; jerimum; moranga	<i>Cucurbita maxima</i> ; <i>Cucurbita moschata</i> ; (Cucurbitaceae)	essencial	145.173.300,00	abelhas ; besouros; borboletas; formigas; hemípteros; moscas; vespas	Coleoptera	Carabidae Chrysomelidae Scarabaeidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	Amaral & Mitidieri 1966; Lattaro & Malerbo-Souza 2006; Krug <i>et al.</i> 2010; Malerbo-Souza & Halak 2010; Serra & Campos 2010; Mélo <i>et al.</i> 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a; Tavares <i>et al.</i> 2015

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
						Staphylinidae		
					Diptera	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.	
						Muscidae		
						Syrphidae		
					Hemiptera	Reduviidae		
					Hymenoptera	Andrenidae	<i>Oxaea flavescens</i>	
						Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus atratus</i> ; <i>Bombus morio</i>	
							<i>Centris</i> sp.	
							<i>Eulaema cingulata</i> ; <i>Eulaema nigrita</i>	
							<i>Exomalopsis analis</i>	
							<i>Melipona quadrifasciata</i> ; <i>Melipona rufiventris</i>	
							<i>Peponapis fervens</i>	
							<i>Schwarziana quadripunctata</i>	
							<i>Trigona hyalinata</i> ; <i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa frontalis</i> ; <i>Xylocopa</i> spp.	
						Formicidae		
						Halictidae	<i>Agapostemon semimelleus</i>	
							<i>Augochlora amphitrite</i> ; <i>Augochlora esox</i> ; <i>Augochlora foxiana</i> ; <i>Augochlora francisca</i> ; <i>Augochlora</i> sp.	
							<i>Ceratalictus</i> sp.	
							<i>Neocorynura</i> sp.	
							<i>Pseudagapostemon</i> sp.	
							<i>Pseudaugochlora</i> sp.	
							<i>Temnosoma</i> sp.	
						Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	
					Lepidoptera			
abobrinha	<i>Cucurbita pepo</i> (Cucurbitaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Krug <i>et al.</i> 2010; Giannini <i>et al.</i> 2015a
							<i>Bombus atratus</i> ; <i>Bombus morio</i>	
							<i>Exomalopsis analis</i>	
							<i>Peponapis fervens</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
						Halictidae	<i>Agapostemon semimelleus</i>	
							<i>Augochlora amphitrite</i> ; <i>Augochlora</i> spp.	
							<i>Augochloropsis cupreola</i>	
							<i>Ceratalictus</i> sp.	
							<i>Neocorynura</i> sp.	
							<i>Pseudagapostemon</i> sp.	
							<i>Pseudaugochlora</i> sp.	
açaí	<i>Euterpe oleracea</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros; borboletas; formigas; hemípteros; moscas; vespas; outros	Coleoptera	Brentiidae		Giannini <i>et al.</i> 2015a; Campbell <i>et al.</i> 2018
						Cantharidae		
						Chrysomelidae	<i>Diabrotica graucilla</i> ; <i>Diabrotica illigeri</i> ; <i>Diabrotica interrupta</i> ; <i>Diabrotica quinque- maculata</i> ; <i>Diabrotica</i> spp.	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Miritius</i> sp.	
							<i>Nodonota</i> spp.	
							<i>Paranapiacaba</i> sp.	
							<i>Sennius</i> sp.	
							<i>Walterianella baken</i> ; <i>Walterianella</i> sp.	
						Curculionidae	<i>Bondariella rudicula</i>	
							<i>Coleomerus</i> sp.	
							<i>Dialomia</i> sp.	
							<i>Fenaphthona</i>	
							<i>Metamasius hemipterus</i>	
							<i>Parisoschoenus</i> spp.	
							<i>Phyllotrox rufus</i> ; <i>Phyllotrox</i> spp.	
							<i>Terires</i> spp.	
							<i>Tonesia</i> sp.	
						Leiodidae		
						Meloidae		
						Mordellidae		
						Nitidulidae		
						Scarabaeidae		
						Scirtidae		
						Scolytidae		
						Tenebrionidae		
					Diptera	Asilidae		
						Calliphoridae	<i>Chrysomya putoria</i>	
							<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	
							<i>Lucilia eximia</i>	
							<i>Paralucilia adespota</i>	
						Chloropidae		
						Culicidae	<i>Toxorhynchites</i> sp.	
						Dolichopodidae		
						Drosophilidae		
						Empididae		
						Lauxaniidae		
						Lonchaeidae		
						Micropezidae	<i>Taeniptera</i> sp.	
						Milichidae		
						Muscidae		
						Phoridae		
						Sarcophagidae		
						Sepsidae		
						Stratiomyidae		
						Syrphidae	<i>Copestylum</i> sp.	
							<i>Eristalinus taeniops</i>	
							<i>Ocyptamus</i> sp.	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Ornidia obesa</i>	
							<i>Palpada</i> spp.	
							<i>Sterphus</i> sp.	
							<i>Toxomerus</i> sp.	
						Tabanidae	<i>Chrysops variegatus</i>	
							<i>Tabanus disaster; Tabanus occidentalis</i>	
						Tachinidae		
						Tephritidae		
						Ulidiidae		
						Hemiptera		
					Hymenoptera	Apidae	<i>Aparatrigona impunctata</i>	
							<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Celetrigona longicornis</i>	
							<i>Cephalotrigona capitata</i>	
							<i>Ceratina</i> sp.	
							<i>Dolichotrigona longitarsus</i>	
							<i>Exomalopsis</i> sp.	
							<i>Frieseomelitta longipes; Frieseomelitta portoi</i>	
							<i>Geotrigona aequinoctialis</i>	
							Melipona flavolineata	
							<i>Nannotrigona dutrae; Nannotrigona punctata; Nannotrigona schultzei</i>	
							<i>Oxytrigona ignis; sp</i>	
							<i>Paratetrapedia</i> sp.	
							<i>Paratrigona peltata</i>	
							<i>Partamona ailyae; Partamona pearsoni; Partamona testacea; Partamona vicina</i>	
							<i>Plebeia alvarengai; Plebeia minima; Plebeia</i> sp.	
							<i>Ptilotrigona lurida</i>	
							<i>Scaptotrigona</i> sp.	
							<i>Scaura latitarsis; Scaura tenuis</i>	
							Trigona branneri; Trigona guianae; Trigona pallens; Trigona recursa; Trigona sp	
							Trigonisca dobzhanskyi; Trigonisca hirticornis; Trigonisca nataliae; Trigonisca unidentata; Trigonisca vitrifrons	
						Colletidae	<i>Hylaeus</i> sp.	
						Eumenidae	<i>Laevimenes</i> sp.	
							<i>Santamenes</i> sp.	
						Formicidae	<i>Azteca</i> sp.	
							<i>Camponotus arboreus; Camponotus blandus; Camponotus crassus; Camponotus sexguttatus; Camponotus textor; Camponotus trapezoideus; Camponotus</i> spp.	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Cephalotes pusillus</i>	
							<i>Crematogaster erecta; Crematogaster evallans; Crematogaster sp.</i>	
							<i>Dolichoderus bispinosus</i>	
							<i>Nylanderia sp.</i>	
							<i>Paratrechina longicornis</i>	
							<i>Pseudomyrmex spp.</i>	
							<i>Solenopsis sp.</i>	
						Halictidae	<i>Augochlora sp.</i>	
							<i>Augochlorodes sp.</i>	
							<i>Augochloropsis sp.</i>	
							<i>Dialictus sp.</i>	
							<i>Habralictus sp.</i>	
							<i>Neocorynura sp.</i>	
							<i>Pereirapis sp.</i>	
							<i>Temnosoma sp.</i>	
						Vespidae	<i>Agelaia cajennensis; Agelaia fulvofasciata</i>	
							<i>Ancistrocerus sp.</i>	
							<i>Brachygastra augusti; Brachygastra bilineolata; Brachygastra scutellaris</i>	
							<i>Chartergus metanotalis</i>	
							<i>Metapolybia sp.</i>	
							<i>Polistes infuscatus; Polistes versicolor</i>	
							<i>Polybia belemensis; Polybia bicyttarella; Polybia bistrata; Polybia chrysothorax; Polybia emaciata; Polybia occidentalis; Polybia quadricincta; Polybia rejecta; Polybia scrobalis; Polybia sericea; Polybia spp.</i>	
							<i>Protopolybia acutiscutis; Protopolybia bituberculata; Protopolybia chartergoides; Protopolybia diligens</i>	
							<i>Synoeca virginea</i>	
						Lepidoptera		
						Neuroptera		
açai-da-mata	<i>Euterpe precatoria</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros; borboletas; hemípteros; formigas; moscas; vespas; outros	Araneae	Thomisidae		Kuchmeister <i>et al.</i> 1997
					Coleoptera	Brachyceridae		
						Brentidae		
						Cerambycidae		
						Chrysomelidae		
						Curculionidae	<i>Cholus sp.</i>	
							<i>Homalinotus histrix</i>	
							<i>Ozopherus muricatus</i>	
							Phyllotrox sp.	
						Dermestidae		
						Dryophthoridae	<i>Foveolus aterpes</i>	
						Elateridae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)					
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências	
acerola	<i>Malpighia emarginata</i> (Malpighiaceae)	essencial	19.164.350,00	abelhas; borboletas; moscas;			Scarabaeidae		Freitas <i>et al.</i> 1999; Lopes <i>et al.</i> 2000; Guedes <i>et al.</i> 2011; Siqueira <i>et al.</i> 2011; Vilhena <i>et al.</i> 2012; Carvalho <i>et al.</i> 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a; Oliveira <i>et al.</i> 2015
							Staphylinidae		
					Diptera		cf. Calliphoridae		
							cf. Drosophilidae		
							Syrphidae		
							Hemiptera		
					Hymenoptera	Apidae	<i>Centris</i> sp.		
							cf. <i>Exomalopsis</i> sp.		
							<i>Paratrigona</i> sp.		
							<i>Partamona</i> sp.		
							<i>Trigona dallatorreana</i>		
							Formicidae		
							Halictidae		
							Vespidae		
		Lepidoptera	cf. Nymphalidae						
		Thysanoptera							
		Diptera							
		Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>					
				<i>Centris aenea; Centris analis; Centris bicolor; Centris caxiense; Centris decolorata; Centris denudans; Centris flavifrons; Centris fuscata; Centris inermis; Centris longimana; Centris maranhensis; Centris mocsaryi; Centris nitens; Centris obsoleta; Centris poecila; Centris rhodoprocta; Centris scopipes; Centris spilopoda; Centris spona; Centris tarsata; Centris trigonoides; Centris varia; Centris vittata</i>					
				<i>Epicharis affinis; Epicharis albofasciata; Epicharis analis; Epicharis bicolor; Epicharis cockerelli; Epicharis flava; Epicharis xanthogastra</i>					
				<i>Frieseomelitta doederleini</i>					
				<i>Melipona</i> sp.					
				<i>Nannotrigona testaceicornis</i>					
				<i>Partamona cupira</i>					
				<i>Tetragonisca angustula</i>					
				<i>Trigona spinipes</i>					
				<i>Xylocopa frontalis</i>					
				Lepidoptera					
alcachofra	<i>Cynara scolymus</i> (Asteraceae)	sem incremento	-	-	-	-	-		
alface	<i>Lactuca sativa</i> (Asteraceae)	sem incremento	-	-	-	-	-		
alho	<i>Allium sativum</i> (Amaryllidaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-		
ameixa	<i>Prunus</i> spp. (Rosaceae)	alta	47.264.100,00	-	-	-	-		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
amendoim	<i>Arachis hypogaea</i> (Fabaceae)	-	-	-	-	-	-	-
amora; amora-preta	<i>Rubus</i> sp. (Rosaceae)	modesta	867.500,00	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Exomalopsis</i> sp. <i>Melipona marginata</i> <i>Plebeia droryana</i> ; <i>Plebeia remota</i> <i>Nannotrigona testaceicornis</i> Halictidae <i>Augochlora</i> spp. <i>Augochloropsis cupreola</i> ; <i>Augochloropsis</i> spp. <i>Dialictus</i> sp. <i>Pseudaugochlora graminea</i> Megachilidae <i>Megachile</i> sp.	Mello-Jr <i>et al.</i> , 2011; Giannini <i>et al.</i> 2015a
araçá-boi	<i>Eugenia stipitata</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae		Gressler <i>et al.</i> 2006
araçá-cinzento	<i>Psidium cinereum</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae		Gressler <i>et al.</i> 2006
araçá-do-cerrado	<i>Psidium firmum</i> (Myrtaceae)	alta	-	abelha	Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus</i> spp. <i>Ceratina gossypii</i> Halictidae	Proença & Gibbs 1994; Gressler <i>et al.</i> 2006
araçá-pera	<i>Psidium acutangulum</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae Halictidae		Gressler <i>et al.</i> 2006
araçá-rosa	<i>Psidium cattleianum</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae Halictidae		Gressler <i>et al.</i> 2006
araçazinho	<i>Myrcia linearifolia</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus atratus</i> ; <i>Bombus morio</i> <i>Trigona</i> spp. Halictidae	Proença & Gibbs 1994; Gressler <i>et al.</i> 2006
araticum	<i>Annona crassiflora</i> (Annonaceae)	essencial	-	besouros	Coleoptera	Curculionidae Nitidulidae Scarabaeidae	<i>Conotrachelus marshalli</i> <i>Heilipus lactarius</i> <i>Cillaeus</i> sp. <i>Cyclocephala atricapilla</i> ; <i>Cyclocephala latericia</i> ; <i>Cyclocephala literata</i> ; <i>Cyclocephala octopunctata</i>	Gottsberger 1989; Cavalcante <i>et al.</i> 2009; Giannini <i>et al.</i> 2015a
araticum-de-cabo-verde	<i>Annona aurantiaca</i> (Annonaceae)	-	-		Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Cyclocephala atricapilla</i>	Gottsberger 1989
araticum-liso	<i>Annona coriacea</i> (Annonaceae)	essencial	-	abelhas; besouros; hemípteros; moscas; vespas	Coleoptera	Cerambycidae Curculionidae Melolonthidae Nitidulidae	<i>Compsocerus violaceus</i> <i>Orthoschema concolor</i> <i>Oxymerus basalis</i> <i>Trachyderes fabricii</i> ; <i>Trachyderes rufipes</i> ; <i>Trachyderes striatus</i> <i>Conotrachelus marshalli</i> ; <i>Conotrachelus</i> spp. <i>Heilipus lactarius</i> <i>Arriguttia brevissima</i> <i>Colopterus</i> sp.	Gottsberger 1989; Paulino-Neto 2014; Costa <i>et al.</i> 2017

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Lobiopa</i> spp.	
						Scarabaeidae	<i>Cyclocephala atricapilla</i>; <i>C. octopunctata</i>; <i>Cyclocephala ohausiana</i>; <i>Cyclocephala paraguayensis</i>; <i>Cyclocephala quatuordecimpunctata</i>; <i>Cyclocephala undata</i>	
					Diptera	Sarcophagidae		
					Hemiptera	Pentatomidae	<i>Telemus</i> sp.	
					Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona</i> sp.	
						Scelionidae	<i>Telenomus</i> sp.	
					Lepidoptera			
araticum-ma- rolo	<i>Annona tomentosa</i> (Annonaceae)	-	-	besouros	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Cyclocephala atricapilla</i>; <i>Cyclocephala quatuordecimpunctata</i>	Gottsberger 1989
aroeira-verme- lha	<i>Schinus terebinthifolius</i> (Anacardiaceae)	-	-	abelhas ; besouros; borboletas; formigas; hemípteros; mariposas; moscas; vespas ; outros	Coleoptera	Cantharidae		Lenzi & Orth 2004; Somavilla <i>et al.</i> 2010; Cesário & Gaglione 2013; Carvalho <i>et al.</i> 2014
						Carabidae		
						Cerambycidae		
						Chrysomelidae		
						Coccinellidae		
						Curculionidae		
						Lampyridae		
						Meloidae		
						Melyridae		
						Scarabaeidae		
						Tenebrionidae		
					Diptera	Asilidae		
						Bibionidae		
						Bombyliidae		
						Calliphoridae	<i>Lucilia</i> spp.	
						Cecidomyiidae		
						Culicidae		
						Dolichopodidae		
						Micropezidae		
						Muscidae		
						Sarcophagidae		
						Otitidae		
						Neriidae		
						Sciaridae		
						Stratiomyidae		
						Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>	
						Tachinidae		
						Tephritidae		
					Hemiptera	Cercopidae		
						Cicadellidae		
						Coreidae		
						Corixidae		
						Lygaeidae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
						Membracidae		
						Miridae		
						Nabidae		
						Pentatomidae		
						Pyrrhocoridae		
						Reduviidae		
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Mesoplia bifrons</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa ordinaria</i>	
						Argidae		
						Chalcididae		
						Colletidae		
						Crabronidae		
						Formicidae		
						Gasteruptiidae		
						Halictidae	<i>Augochloropsis notophos; Augochloropsis ssp.</i>	
							<i>Dialictus sp.</i>	
						Ichneumonidae		
						Leucospidae		
						Mutillidae		
						Pompilidae		
						Sphecidae		
						Tiphiidae		
						Vespidae	<i>Polistes lanio; Polistes versicolor</i>	
							<i>Polybia fastidiosuscula</i>	
					Lepidoptera	Arctiidae		
						Geometridae		
						Hesperiidae		
						Lycaenidae		
						Noctuidae		
						Nymphalidae		
						Pieridae		
						Sesiidae		
						Zygaenidae		
					Neuroptera	Chrysopidae		
					Odonata	Libellulidae		
						Pseudostigmatidae		
					Orthoptera	Acrididae		
						Proscopiidae		
						Tettigoniidae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
arroz	<i>Oryza</i> spp. (Poaceae)	-	-	(vento)	-	-	-	Rech <i>et al.</i> 2014b
aspargo	<i>Asparagus officinalis</i> (Asparagaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
aveia	<i>Avena sativa</i> (Poaceae)	-	-	(vento)	-	-	-	Rech <i>et al.</i> 2014b
azeitona	<i>Olea europaea</i> (Oleaceae)	-	-	-	-	-	-	-
babaçu	<i>Orbignya phalerata</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros ; borboletas; formigas; hemípteros; outros; vespas; (vento)	Blattodea			Anderson 1988
					Coleoptera	Cerambycidae		
						Curculionidae	<i>Homalinotus</i> sp.	
							<i>Celetes</i> spp.	
						Nitidulidae	<i>Mystrops mexicana</i>; <i>Mystrops</i> sp.	
						Scarabaeidae		
						Staphylinidae		
						Dermaptera		
						Diptera	Ceratopogonidae	
							Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.
							Otitidae	
							Syrphidae	
						Hemiptera	Anthocoridae	
						Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>
								<i>Melipona</i> spp.
								<i>Partamona</i> spp.
								<i>Trigona</i> spp.
								<i>Xylocopa frontalis</i>
							Formicidae	<i>Azteca</i> sp.
								<i>Crematogaster</i> sp.
			<i>Crematogaster</i> sp.					
			<i>Pseudomyrmex</i> sp.					
			Vespidae					
			Isoptera	Cratomastotermitidae	<i>Cratomastotermitis</i> sp.			
			Lepidoptera	Hesperiidae				
			Orthoptera	Tettigoniidae				
			Thysanoptera					
			Thysanura					
babosinha-do-campo	<i>Adesmia tristis</i> (Fabaceae)	essencial	-	abelhas	Hymenoptera	Andrenidae		Ferreira <i>et al.</i> 2014
						Megachilidae	<i>Megachile</i> sp.	
bacaba-de-a-zeite	<i>Oenocarpus distichus</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; outros insetos nativos	Hymenoptera	Apidae	Meliponini spp.	Giannini <i>et al.</i> 2015a
bacabi	<i>Oenocarpus mapora</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros ; hemípteros	Coleoptera	Curculionidae	<i>Anchylorhynchus bicarinatus</i>	Oliveira <i>et al.</i> 2002; Giannini <i>et al.</i> 2015a
							<i>Terires minusculus</i>	
						Scarabaeidae	<i>Cyclocephala distincta</i>	
		Hemiptera	Thaumastocoridae	<i>Discocoris drakei</i>				

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)					
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências	
bacuri	<i>Platonia insignis</i> (Clusiaceae)	-	-	abelhas; aves ; besouros; moscas; outros; vespas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Maués & Venturieri 1996; 1997	
							<i>Trigona sp.</i>		
					Coleoptera				
					Diptera				
					Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona branneri</i> ; <i>Trigona fulviventris</i> ; <i>Trigona pallens</i>		
						Vespidae	<i>Polistes carnifex</i> ; <i>Polistes infuscatus</i>		
							<i>Polybia rejecta</i> ; <i>Polybia striata</i>		
							<i>Synoeca surinama</i> ; <i>Synoeca virginea</i>		
						Passeriformes	Icteridae		<i>Cacicus cela</i>
							Thraupidae		<i>Cyanerpes caeruleus</i>
			<i>Ramphocelus carbo</i>						
			<i>Thraupis episcopus</i> ; <i>Thraupis palmarum</i>						
		Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga leucophthalmus</i>					
				<i>Brotogeris chrysoptera</i>					
				<i>Pionites leucogaster</i>					
				Thysanoptera					
baicamim	<i>Myrcia fallax</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae		Gressler et al. 2006	
banana	<i>Musa</i> spp. (Musaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-	
baru	<i>Dipteryx alata</i> (Fabaceae)	essencial	-	abelhas; aves; borboletas; moscas; vespas	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon aureoventris</i>	Oliveira & Sigrist 2008	
							<i>Hylocharis chrysurus</i>		
					Diptera	Syrphidae			
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>		
							<i>Ceratina sp.</i>		
							<i>Exomalopsis sp.</i>		
							<i>Paratetrapedia sp.</i>		
							<i>Paratrigona lineata</i>		
							<i>Trigona branneri</i>		
							<i>Xylocopa suspecta</i>		
						Halictidae	<i>Augochloropsis callichroa</i> ; <i>Augochloropsis cupreola</i>		
							<i>Pseudaugochlora graminea</i>		
						Vespidae	<i>Nectarina sp.</i>		
		<i>Polybia sp.</i>							
	Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Urbanus sp.</i>						
		Lycaenidae							
batata-doce	<i>Ipomoea batata</i> (Convolvulaceae)	sem incremento	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona sp.</i>	Carvalho et al. 2014	
batata-inglesa	<i>Solanum tuberosum</i> (Solanaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-	
baunilha	<i>Vanilla bahiana</i> ; <i>Vanilla chamissonis</i> (Orchidaceae)	alto	-	abelhas; besouros; formigas; hemípteros; moscas; outros	Coleoptera	Curculionidae		Reis et al. 2011; Anjos et al. 2016	
					Diptera				
					Hemiptera				
		Hymenoptera	Apidae	<i>Eulaema sp.</i>					

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)					
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências	
beringela	<i>Solanum melongena</i> (Solanaceae)	alto	31.294.250,00	abelhas; besouros; formigas; hemípteros; mariposas; moscas; outros; vespas	Formicidae				Montemor <i>et al.</i> 2009; Milléo <i>et al.</i> 2011; Patricio & Mortagnana 2012; Giannini <i>et al.</i> 2015a
					Lepidoptera				
					Orthoptera				
					Thysanoptera				
					Coleoptera	Cantharidae			
						Carabidae			
						Chrysomelidae	<i>Colaspis</i> spp.		
							<i>Diabrotica speciosa</i> ; <i>Diabrotica</i> spp.		
							<i>Epitrix</i> sp.		
							<i>Spintherophyta semiarauta</i>		
						Coccinellidae	<i>Harmonia axyridis</i>		
						Curculionidae			
						Elateridae			
						Melyridae	<i>Astylus variegatus</i>		
						Scarabaeidae			
						Tenebrionidae			
					Dermoptera	Forficulidae			
					Diptera	Asilidae			
						Chloropidae			
						Dolichopodidae			
						Drosophilidae			
						Phoridae			
						Sciaridae			
						Stratiomyidae			
						Syrphidae			
						Tachinidae			
	Tephritidae								
Hemiptera	Cercopidae								
	Cicadellidae								
	Coreidae								
	Lygaeidae	<i>Melacoryphus</i> sp.							
	Miridae								
	Pentatomidae								
	Reduviidae								
	Hymenoptera	Andrenidae	<i>Oxaea flavescens</i> ; <i>Oxaea</i> sp.						
		Apidae	<i>Apis mellifera</i>						
			<i>Bombus atratus</i> ; <i>Bombus morio</i> ; <i>Bombus</i> ssp.						
			<i>Centris</i> spp.						
			<i>Epicharis</i> sp.						
			<i>Exomalopsis</i> sp.						
			<i>Melipona fasciculata</i>						
			<i>Thygater</i> sp.						
			<i>Trigona spinipes</i>						

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Xylocopa</i> spp.	
						Braconidae		
						Formicidae		
						Halictidae	<i>Pseudaugochloropsis graminea</i>	
						Ichneumonidae		
						Mymaridae		
						Vespidae		
					Lepidoptera			
						Gelechiidae		
						Sesiidae		
					Neuroptera	Chrysopidae		
					Orthoptera	Gryllacrididae		
brócolis	<i>Brassica chinensis</i> (Brassicaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
buriti	<i>Mauritia flexuosa</i> (Arecaceae)	essencial	5.138.550,00	abelhas; besouros ; formigas; hemípteros; moscas; vespas; outros; (vento)	Araneae	Anyphaenidae		Storti 1993; Rosa & Kopturm 2013; Mendes <i>et al.</i> 2017
						Salticidae		
						Theridiidae		
						Thomisidae		
					Blattodea			
					Coleoptera	Brentidae	<i>Apion</i> sp.	
						Carabidae	<i>Lebia</i> sp.	
						Chrysomelidae		
						Cleridae		
						Coccinellidae		
						Colydiidae		
						Corylophidae		
						Cucujidae		
						Curculionidae	<i>Andranthobius</i> sp.	
							<i>Celetes</i> sp.	
							<i>Cossonus</i> sp.	
							<i>Elaeidobius subvittatus</i>	
							Grasidius spp.	
							<i>Homalinotus hystrix</i>	
							<i>Parisoschoenus</i> sp.	
							<i>Phytotribus</i> sp.	
							<i>Rhina barbirostris</i>	
							Terires spp.	
							<i>Theantis rhomboidea</i>	
							<i>Xyleborus</i> sp.	
						Elateridae		
						Histeridae	<i>Hololepta plana</i>	
						Nitidulidae	<i>Mystrops</i> spp.	
						Scarabaeidae		
						Scolytidae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
						Silvanidae	<i>Ahasverus</i> sp.	
						Staphylinidae	<i>Erchomus</i> sp.	
							<i>Xanthopygus</i> sp.	
						Tenebrionidae		
					Diptera	Chloropidae		
						Dolichopodidae		
						Milichiidae		
					Hemiptera	Anthocoridae		
						Cicadellidae		
						Coreidae	<i>Leptoglossus</i> sp.	
						Cydnidae	<i>Pangaeus</i> sp.	
						Pentatomidae		
						Thaumastocoridae		
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Melipona flavolineata</i>	
							<i>Partamona</i> sp.	
							<i>Plebeia minima</i>	
							<i>Trigona fulviventris</i>	
						Chalcididae		
						Formicidae	<i>Dolichoderus</i> sp.	
							<i>Monomorium</i> sp.	
							<i>Solenopsis</i> sp.	
						Ichneumonidae		
						Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	
						Pseudoescorpiones		
						Thysanoptera		
butiá-do-cerado	<i>Butia paraguayensis</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros; formigas; hemípteros; moscas; outros; vespas	Coleoptera	Chrysomelidae		Silberbauer-Gottsberger <i>et al.</i> 2013
						Colydiidae	<i>Bitoma palmarum</i>	
						Corylophidae		
						Curculionidae	<i>Ancylorhynchus bicolor</i>	
							<i>Angelocentris schubarti</i>	
							<i>Anthonomus</i> sp.	
							<i>Centrinaspis</i> sp.	
							<i>Conotrachelus</i> sp.	
							<i>Dialomia</i> sp.	
							<i>Microstrates rufus</i> ; <i>Microstrates</i> sp.	
							<i>Parisoschoenus</i> sp.	
							<i>Petalochilus lineolatus</i>	
							<i>Revena rubiginosus</i>	
							<i>Tripusus leiospathae</i>	
						Nitidulidae	<i>Mystrops palmarum</i> ; <i>Microstrates</i> ssp.	
						Silvanidae	<i>Silvanus</i> sp.	
						Tenebrionidae	<i>Prosthenus cyaneus</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Melipona</i> sp.	
							<i>Trigona spinipes</i> ; <i>Trigona</i> sp.	
						Halictidae		
caiaué	<i>Elaeis oleifera</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros	Coleoptera	Curculionidae	<i>Elaeidobius</i> sp.	Silva et al. 1987
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Partamona</i> sp.	
							<i>Trigona</i> spp.	
cajá	<i>Spondias mombin</i> (Anacardiaceae)	essencial	-	abelhas; besouros; formigas; moscas; vespas; (vento)	Coleoptera			Carneiro & Martins 2012; Oliveira et al. 2012; Giannini et al. 2015a
					Diptera			
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Centris</i> sp.	
							<i>Exomalopsis analis</i> ; <i>Exomalopsis auro-pilosa</i>	
							<i>Eulaema nigrita</i>	
							<i>Frieseomelitta doederleini</i>	
							<i>Melipona scutellaris</i>	
							<i>Plebeia flavocincta</i>	
							<i>Scaptotrigona</i> aff. <i>tubiba</i> .	
							<i>Trigona fuscipennis</i> ; <i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa griseescens</i> ; <i>Xylocopa cearensis</i>	
						Colletidae	<i>Hylaeus</i> sp.	
							<i>Ptiloglossa goffergei</i>	
						Halictidae	<i>Augochlora</i> spp.	
							<i>Augochloropsis</i> sp.	
							<i>Dialictus opacus</i>	
							<i>Megalopta amoena</i>	
						Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	
caju	<i>Anacardium occidentale</i> (Anacardiaceae)	essencial	221.992.200,00	abelhas; borboletas; formigas; vespas	Hymenoptera	Andrenidae	<i>Acamptopoeum prinii</i>	Freitas & Paxton 1996; Freitas & Paxton 1998; Carvalho et al. 2014; Giannini et al. 2015a
						Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Centris tarsata</i>	
							<i>Exomalopsis analis</i>	
							<i>Melissoptila</i> sp.	
							<i>Plebeia</i> sp.	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
						Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.	
						Pompilidae	<i>Pepsis</i> sp.	
						Vespidae	<i>Polistes canadensis</i> ; <i>Polistes</i> sp.	
							<i>Polybia ignobilis</i>	
					Lepidoptera	Pieridae	<i>Aphrissa</i> sp.	
						Nymphalidae	<i>Euptoieta hegesia</i>	
							<i>Danaus erippus</i>	
						Hesperiidae	<i>Urbanus simplicus</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)					
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências	
cambuci	<i>Campomanesia phaea</i> (Myrtaceae)	essencial	-	abelhas; borboletas; moscas; vespas	Diptera	Syrphidae	<i>Ocyrtamus</i> spp.	Giannini <i>et al.</i> 2015a; Cordeiro <i>et al.</i> 2017	
							<i>Ornidia obesa</i>		
							<i>Palpada pygolamba</i>		
							<i>Sphiximorpha barbipes</i>		
						Hymenoptera	Apidae		<i>Apis mellifera</i>
									<i>Bombus brasiliensis</i> ; <i>Bombus morio</i>
									<i>Centris confusa</i>
									<i>Epicharis obscura</i>
									<i>Euglossa anadorhynchi</i>
									<i>Lophopedia nigrispinnis</i>
									<i>Melipona bicolor</i> ; <i>Melipona quadrifasciata</i>
									<i>Paratetrapedia fervida</i> ; <i>Paratetrapedia volatilis</i>
									<i>Paratrigona subnuda</i>
									<i>Partamona helleri</i>
									<i>Schwarziana quadripunctata</i>
									<i>Thygater analis</i> ; <i>Thygater armandoi</i> ; <i>T. paranaensis</i>
									<i>Trichocerapis mirabilis</i>
									<i>Trigona spinipes</i>
									<i>Trigonopedia</i> spp.
									Colletidae
			<i>Ptiloglossa latecalcarata</i>						
			<i>Zikanapis seabrai</i>						
		Halictidae	<i>Augochlora</i> spp.						
			<i>Augochloropsis electra</i> ; <i>Augochloropsis</i> spp.						
			<i>Dialictus</i> spp.						
			<i>Megalocta sodalis</i>						
			<i>Megommation insigne</i>						
			<i>Neocorynura</i> sp.						
			<i>Pseudaugochlora callaina</i> ; <i>Pseudaugochlora erythrogaster</i>						
			Megachilidae	<i>Megachile</i> spp.					
			Vespidae						
			Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Heliconius</i> sp.				
cambuí-azul	<i>Siphoneugena densiflora</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas; besouros; vespas	Coleoptera			Proença & Gibbs 1994; Gressler <i>et al.</i> 2006	
						Hymenoptera	Colletidae		<i>Ptiloglossa</i> sp.
						Vespidae			
cambuiva	<i>Myrciaria floribunda</i> (Myrtaceae)	-	-	moscas	Diptera	Syrphidae		Gressler <i>et al.</i> 2006	
camu-camu	<i>Myrciaria dubia</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas; besouros; hemípteros; moscas; vespas	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Costalimaita ferruginea</i>	Maués & Couturier 2002; Gressler <i>et al.</i> 2006; Giannini <i>et al.</i> 2015a	
						Diptera	Calliphoridae		
							Otitidae		<i>Euxesta</i> sp.
						Stratiomyidae			

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
cana-de-açúcar	<i>Saccharum officinarum</i> (Poaceae)	-	-	(vento)	-	-	Syrphidae <i>Ornidia obesa</i>	Rech et al. 2014b
							Hemiptera Cixiidae	
							Hymenoptera Apidae <i>Apis mellifera</i>	
							<i>Exomalopsis auropilosa</i>	
							<i>Melipona compressipes</i>	
							<i>Nannotrigona punctata</i>	
							<i>Partamona cupira</i> ; <i>Partamona</i> sp. <i>Trigona branneri</i> ; <i>Trigona pallens</i> ; <i>Trigona recursa</i>	
Halictidae <i>Augochlora</i> sp.								
canola	<i>Brassica napus</i> (Brassicaceae)	alto	2.189.200,00	abelhas; besouros; borboletas; moscas; vespas	-	-	Coleoptera Chrysomelidae <i>Diabrotica speciosa</i>	Adegas & Couto 1992; Mussury et al. 2003; Rosa et al. 2010; 2011; Giannini et al. 2015a; Witter et al. 2015; Chambó et al. 2017
							Diptera Chloropidae	
							Hymenoptera Apidae <i>Apis mellifera</i>	
							<i>Plebeia emerina</i>	
							<i>Tetragonisca fiebrigi</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
							Halictidae <i>Dialictus phaedrus</i> ; <i>Dialictus</i> sp. <i>Thectochlora alaris</i>	
Megachilidae <i>Megachile</i> sp. Vespidae <i>Brachygastra lecheguana</i>								
caqui	<i>Diospyros kaki</i> (Ebenaceae)	-	-	abelhas; outros insetos nativos	-	-	Lepidoptera	Giannini et al. 2015a
							Hymenoptera Apidae <i>Apis mellifera</i>	
							<i>Centris</i> spp. <i>Xylocopa</i> spp.	
carambola	<i>Averrhoa carambola</i> (Oxalidaceae)	-	-	abelhas; outros insetos nativos	-	-	Hymenoptera Apidae <i>Apis mellifera</i>	Giannini et al. 2015a
caritu-cuí	<i>Annona cornifolia</i> (Annonaceae)	-	-	besouros	Coleoptera	Curculionidae Scarabaeidae <i>Conotrachelus</i> sp. <i>Cyclocephala atricapilla</i> ; <i>Cyclocephala quatuordecimpunctata</i>	Gottsberger 1989	
castanha-do-brasil	<i>Bertholletia excelsa</i> (Lecythidaceae)	essencial	75.586.750,00	abelhas	-	-	Apodiformes	Nelson et al. 1985; Santos & Absy 2010; Cavalcante et al. 2012; Giannini et al. 2015a
							Hymenoptera Apidae <i>Aparatrigona impunctata</i>	
							<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus brevivillus</i> ; <i>Bombus transversalis</i>	
							<i>Centris americana</i> ; <i>Centris carrikeri</i> ; <i>Centris denudans</i> ; <i>Centris dimidiata</i> ; <i>Centris ferruginea</i> ; <i>Centris flavifrons</i> ; <i>Centris flavilabris</i> ; <i>Centris similis</i>	
							<i>Cephalotrigona femorata</i>	
<i>Epicharis affinis</i> ; <i>Epicharis conica</i> ; <i>Epicharis flava</i> ; <i>Epicharis rustica</i> ; <i>Epicharis umbraculata</i> ; <i>Epicharis zonata</i>								
<i>Eufriesea flaviventris</i> ; <i>Eufriesea purpurata</i>								

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Euglossa intersecta</i>	
							<i>Eulaema bombiformis; Eulaema cingulata; Eulaema meriana; Eulaema mocsaryi; Eulaema nigrita; Eulaema seabrai</i>	
							<i>Exomalopsis analis</i>	
							<i>Frieseomelitta longipes; Frieseomelitta trichocerata</i>	
							<i>Geotrigona subgrisea</i>	
							<i>Melipona lateralis</i>	
							<i>Partamona vicina</i>	
							<i>Tetragona goettei; Tetragona kaieteu- rensis</i>	
							<i>Trigona branneri; Trigona dimidiata; Tri- gona fuscipennis; Trigona guianae</i>	
							<i>Trigonisca vitrifrons</i>	
							<i>Xylocopa aurulenta; Xylocopa frontalis; Xylocopa muscaria</i>	
						Megachilidae	<i>Megachile sp.</i>	
						Lepidoptera		
cebola	<i>Allium cepa</i> (Amaryllidaceae)	alta	1.202.701.500,00	abelhas; borboletas; besouros; formigas; hemípteros; moscas; vespas; outros	Coleoptera			Lorenzon <i>et al.</i> 1992; 1993a; 1993b; Witter & Blochtein 2003; Nascimento <i>et al.</i> 2012; Giannini <i>et al.</i> 2015a
					Diptera	Bibionidae		
						Bombyliidae		
						Syrphidae	<i>Allograpta sp.</i>	
							<i>Palpada sp.</i>	
						Tachinidae		
						Hemiptera		
					Hymenoptera	Andrenidae	<i>Anthrenoides sp.</i>	
							<i>Acamptopoeum sp.</i>	
						Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus atratus; Bombus bellicosus</i>	
							<i>Mourella caerulea</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa augusti; Xylocopa frontalis; Xylocopa spp.</i>	
						Formicidae		
						Halictidae	<i>Augochlora semiramis</i>	
							<i>Augochlorella iopoecila</i>	
							<i>Augochloropsis cleopatra; Augochlorop- sis sp.</i>	
							<i>Dialictus spp.</i>	
							<i>Paroxystoglossa sp.</i>	
							<i>Pseudagapostemon sp.</i>	
							<i>Thectochlora alaris</i>	
						Ichneumonidae		
						Megachilidae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
						Mutillidae		
						Pompilidae		
						Scoliidae		
						Sphecidae		
						Tiphiidae		
						Vespidae		
						Lepidoptera		
						Neuroptera		
cenoura	<i>Daucus carota</i> (Apiaceae)	sem incremento	-	abelhas; moscas; outros insetos nativos	Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	Nascimento <i>et al.</i> 2012; Giannini <i>et al.</i> 2015a
					Hymenoptera	Apidae	<i>Nannotrigona punctata</i> <i>Tetragonisca angustula</i> <i>Trigona spinipes</i>	
centeio	<i>Secale cereale</i> (Poaceae)	-	-	-	-	-	-	-
cereja	<i>Prunus cerasus</i> (Rosaceae)	alta	-	-	-	-	-	-
ceriguela	<i>Spondias purpurea</i> (Anacardiaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Carvalho <i>et al.</i> 2014
cevada	<i>Hordeum vulgare</i> (Poaceae)	-	-	(vento)	-	-	-	Rech <i>et al.</i> 2014b
chá-da-índia	<i>Camellia sinensis</i> (Theaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
cherimóia	<i>Annona cherimola</i> (Annonaceae)	essencial	-	-	-	-	-	-
chicória	<i>Cichorium</i> spp. (Asteraceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
chuchu	<i>Sechium edule</i> (Cucurbitaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Partamona</i> sp. <i>Tetragonisca angustula</i> <i>Trigona spinipes</i>	Carvalho <i>et al.</i> 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a
coco-da-bahia	<i>Cocos nucifera</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; formigas; (vento)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Frieseomelitta</i> sp. <i>Melipona rufiventris</i> <i>Plebeia droryana</i> ; <i>Plebeia poecilochroa</i> ; <i>Plebeia</i> sp. <i>Trigona fuscipennis</i> ; <i>Trigona guianae</i> ; <i>Trigona spinipes</i> ; <i>Trigona</i> sp.	Castro & Viana 1997; Conceição <i>et al.</i> 2004; Giannini <i>et al.</i> 2015a
						Formicidae	<i>Brachymyrmex</i> spp. <i>Camponotus blandus</i> ; <i>Camponotus cingulatus</i> ; <i>Camponotus crassus</i> ; <i>Camponotus leydigi</i> ; <i>Camponotus melanoticus</i> ; <i>Camponotus novogranadensis</i> ; <i>Camponotus sexguttatus</i> ; <i>Camponotus westermanni</i> <i>Cardiocondyla wroughtonii</i> <i>Dolichoderus bidens</i> ; <i>Dolichoderus lutosus</i> <i>Dorymyrmex pyramica</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Dorymyrmex pyramica</i>	
							<i>Ectatomma brunneum; Ectatomma tuberculatum</i>	
							<i>Monomorium floricola</i>	
							<i>Odontomachus</i> sp.	
							<i>Pseudomyrmex elongatus; Pseudomyrmex gracilis; Pseudomyrmex termitarius</i>	
						Halictidae	<i>Augochlora</i> sp.	
							<i>Dialictus</i> sp.	
							<i>Pereirapis</i> sp.	
copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i> (Fabaceae)	essencial	3.249.000,00	abelhas; borboletas; formigas; moscas; vespas	Diptera Hymenoptera	Syrphidae Apidae	<i>Ornidia obesa</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Exomalopsis</i> sp. <i>Scaptotrigona depilis</i> <i>Trigona spinipes</i>	Freitas & Oliveira 2002
						Formicidae	<i>Augochlorella</i> sp. <i>Temnosoma</i> sp.	
						Vespidae		
					Lepidoptera			
couve-flor	<i>Brassica chinensis</i> (Brassicaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
crambe	<i>Crambe abyssinica</i> (Brassicaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Exomalopsis fulvofasciata</i> <i>Geotrigona mombuca</i> <i>Plebeia</i> sp.	Simioni <i>et al.</i> 2015
						Halictidae	<i>Dialictus</i> sp.	
cravo-da-índia	<i>Syzygium aromaticum</i> (Myrtaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
cubiu	<i>Solanum sessiliflorum</i> (Solanaceae)	-	-	abelhas; formigas; hemípteros; vespas	Coleoptera Hemiptera Hymenoptera	Chrysomelidae Pentatomidae Apidae	<i>Eulaema nigrita</i> <i>Frieseomelitta</i> sp. <i>Melipona manaosensis</i> <i>Paratetrapedia</i> sp. <i>Paratrigona</i> sp. <i>Trigona fulviventris</i>	Paiva 1999
						Chalcididae		
						Formicidae		
						Ichneumonidae		
						Scoliidae		
						Vespidae		
cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Malvaceae)	essencial	19.570.950,00	abelhas; besouros; formigas; hemípteros; moscas; outros	Coleoptera Diptera	Chrysomelidae Curculionidae Drosophilidae	<i>Antityphona</i> spp. <i>Baris</i> sp.	Silva 1976; Falcão & Lleras 1983; Maués <i>et al.</i> 2000; Giannini <i>et al.</i> 2015a

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
						Micropezidae		
					Hemiptera	Cicadellidae		
						Membracidae		
					Hymenoptera	Apidae	<i>Aparatrigona impuctata</i>	
							<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus</i> spp.	
							<i>Frieseomelitta silvestre</i>	
							<i>Pitlotrigona lurida</i>	
							<i>Plebeia minima</i>	
							<i>Tetragona clavipes</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona fulviventris; Trigona pallens</i>	
						Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.	
							<i>Crematogaster</i> sp.	
							<i>Solenopsis saevissima</i>	
					Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Cononphalus</i> sp.	
damasco	<i>Prunus armeniaca</i> (Rosaceae)	alta	-	-	-	-	-	-
dendê	<i>Elaeis guineenses</i> (Arecaceae)	pouca	21.175.750,00	abelhas; besouros	Coleoptera	Curculionidae	<i>Elaeidobius kamerunicus; Elaeidobius subvittatus; Elaeidobius sp.</i>	Silva et al. 1987; Moura et al. 2008; Giannini et al. 2015a
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Partamona</i> sp.	
							<i>Trigona</i> spp.	
erva-cidreira-brasileira	<i>Lippia alba</i> (Verbenaceae)	-	-	abelhas; borboletas; formigas; hemípteros; moscas; outros; vespas	Diptera	Acroceridae	<i>Philopota</i> sp.	Carvalho et al. 2014; Venâncio et al. 2016
						Calliphoridae		
						Syrphidae		
					Hemiptera	Pyrrhocoridae		
					Hymenoptera	Andrenidae	<i>Psaenythia</i> sp.	
						Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus</i> sp.	
							<i>Ceratina</i> spp.	
							<i>Coelioxoides</i> sp.	
							<i>Exomalopsis fernandoi; Exomalopsis</i> sp.	
							<i>Melipona quadrifasciata</i>	
							<i>Paratetrapedia</i> spp.	
							<i>Partamona</i> sp.	
							<i>Trigona spinipes; Trigona</i> sp.	
							<i>Thygater analis</i>	
						Formicidae		
						Halictidae	<i>Augochlora</i> spp.	
							<i>Augochloropsis</i> sp.	
						Megachilidae	<i>Anthidium</i> sp.	
							<i>Coelioxys</i> sp.	
							<i>Epanthidium</i> sp.	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Epanthidium</i> sp.	
							<i>Megachile susurrans</i>	
						Sphecidae		
						Vespidae		
					Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Anastrus sempiternus</i> ; <i>Anastrus ulpianus</i>	
							<i>Astrartes fulgerator</i>	
							<i>Callimormus corades</i>	
							<i>Chiomara asychis</i>	
							<i>Cobalopsis vorgia</i>	
							<i>Cogia calchas</i>	
							<i>Milanion leucaspis</i>	
							<i>Pompeius pompeius</i>	
							<i>Urbanus dorantes</i> ; <i>Urbanus simplicius</i>	
						Lycaenidae	<i>Leptotes cassius</i>	
							<i>Strymon mulucha</i>	
						Nymphalidae	<i>Actinote parapheles</i>	
							<i>Dryas iulia</i>	
							<i>Heliconius erato</i> ; <i>Heliconius sara</i>	
							<i>Mechanitis polymnia</i>	
						Pieridae	<i>Ascia monuste</i>	
						Riodinidae	<i>Emesis fatimella</i>	
					Thysanoptera	Phlaeothripidae		
erva-de-orelha	<i>Plantago</i> sp. (Plantaginaceae)	-	-	(vento)	-	-	-	Rech <i>et al.</i> 2014b
erva-mate	<i>Ilex paraguariensis</i> (Aquifoliaceae)	alta	351.702.000,00	abelhas; besouros; formigas; moscas; vespas	Coleoptera	Bruchidae		Pires <i>et al.</i> 2014
						Cerambycidae		
						Chrysomelidae		
						Curculionidae		
						Elateridae		
						Staphylinidae		
					Diptera	Bombyliidae		
						Calliphoridae		
						Dolichopodidae		
						Mycetophilidae		
						Tipulidae		
					Hymenoptera	Apidae		
						Formicidae		
						Tenthredinidae		
						Vespidae		
fava	<i>Vicia faba</i> (Fabaceae)	-	-	-	-	-	-	-
feijão	<i>Phaseolus</i> spp. (Fabaceae)	pouca	487.004.450,00	abelhas; outros insetos nativos	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Bombus</i> spp. <i>Xylocopa</i> spp.	Carvalho <i>et al.</i> 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)																					
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências																	
feijão-guandu	<i>Cajanus cajan</i> (Fabaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Andrenidae	<i>Xylocopa</i> spp.	Azevedo et al. 2007																	
							<i>Oxaea flavescens</i>																		
							Apidae																		
							<i>Apis mellifera</i>																		
							<i>Centris caxiensis; Centris fuscata; Centris tarsata</i>																		
							<i>Melipona scutellaris</i>																		
							<i>Nannotrigona testaceicornis</i>																		
							<i>Paratrigona lineata</i>																		
							<i>Partamona helleri</i>																		
							<i>Tetragonisca angustula</i>																		
feijão-verde; feijão-de-corda	<i>Vigna unguiculata</i> (Fabaceae)	sem incremento	-	abelhas; borboletas	Hymenoptera	Apidae	<i>Centris</i> sp.	Giannini et al. 2015a; Barbosa & Sousa 2016																	
							<i>Eulaema nigrita</i>																		
							<i>Xylocopa grisescens; Xylocopa</i> spp.																		
							Lepidoptera																		
							Hesperiidae																		
							<i>Urbanus proteus</i>																		
							figo		<i>Ficus carica</i> (Moraceae)	-	-	-	-	-	-	-									
															gabirola		<i>Campomanesia pubescens</i> (Myrtaceae)	essencial	-	abelhas; besouros; moscas; outros insetos nativos	Coleoptera	Syrphidae	Proença & Gibbs 1994; Gressler et al. 2006; Giannini et al. 2015a; Rodrigues et al. 2017		
																								Diptera	Tachinidae
Apidae	<i>Apis mellifera</i>																								
	<i>Bombus morio; Bombus</i> ssp.																								
	<i>Melipona quadrifasciata</i>																								
	<i>Paratetrapedia</i> sp.																								
	<i>Scaptotrigona postica</i>																								
	gengibre	<i>Zingiber officinale</i> (Zingiberaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-																
gergelim								<i>Sesamum indicum</i> (Pedaliaceae)		pouca	71.400,00	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Cruz & Freitas 2013									
															<i>Trigona spinipes</i>										
															<i>Xylocopa cearensis; Xylocopa grisescens</i>										
															girassol		<i>Helianthus annuus</i> (Asteraceae)	alta	55.341.650,00	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Moreti et al. 1996; Machado & Carvalho 2006; Cruz & Freitas 2013; Giannini et al. 2015a	
																							<i>Bombus atratus; Bombus</i> ssp.		
	<i>Euglossa cordata</i>																								
<i>Eulaema nigrita</i>																									
<i>Exomalopsis analis; Exomalopsis auro-pilosa</i>																									
<i>Augochloropsis</i> sp.																									

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)					
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências	
goiaba	<i>Pisidium guajava</i> (Myrtaceae)	alta	330.572.450,00	abelhas; moscas; vespas; (vento)	Diptera		<i>Frieseomelitta doederleini</i> ; <i>F. sp.</i>	Boti <i>et al.</i> 2005; Alves & Freitas 2006; 2007; Gressler <i>et al.</i> 2006; Freitas & Alves 2008; Guimarães <i>et al.</i> 2009; Giannini <i>et al.</i> 2015a	
							<i>Melipona asilvai</i> ; <i>Melipona quadrifasciata</i> ; <i>Melipona scutellaris</i> ; <i>Melipona subnitida</i>		
							<i>Melissodes nigroaeneae</i>		
							Nannotrigona testaceicornis		
							<i>Partamona helleri</i>		
							<i>Plebeia flavocincta</i> ; <i>Plebeia sp.</i>		
							<i>Scaptotrigona sp.</i>		
							<i>Tetragonisca angustula</i>		
							<i>Trigona fuscipennis</i> ; <i>Trigona hyalinata</i> ; Trigona spinipes		
							<i>Xylocopa carbonaria</i> ; <i>Xylocopa frontalis</i> ; <i>Xylocopa griseescens</i> ; <i>Xylocopa suspecta</i> ; <i>Xylocopa ssp.</i>		
							Halictidae		<i>Augochlora semiramis</i>
									<i>Augochlorella ephyra</i>
									<i>Augochloropsis callichroa</i>
									<i>Pereirapis sp.</i>
							Megachilidae		<i>Megalchile paulistana</i> ; <i>Megalchile sp.</i>
							Calliphoridae		
							Sarcophagidae		
							Muscidae		
							Hymenoptera		<i>Oxaea austera</i> ; <i>Oxaea flavescens</i>
							Apidae		Apis mellifera
		Bombus morio ; Bombus ssp.							
		<i>Centris aenea</i> ; <i>Centris analis</i> ; <i>Centris fuscata</i> ; <i>Centris inermis</i> ; <i>Centris lutea</i> ; <i>Centris nitens</i> ; Centris tarsata ; <i>Centris terminata</i> ; <i>Centris varia</i>							
		<i>Ceratina chloris</i>							
		<i>Epicharis affinis</i> ; Epicharis flava							
		Euglossa spp.							
		<i>Eulaema cingulata</i> ; Eulaema nigrita ; <i>Eulaema sp.</i>							
		<i>Exomalopsis analis</i> ; <i>Exomalopsis auropilosa</i> ; <i>Exomalopsis subtilis</i>							
		<i>Frieseomelitta varia</i>							
		Melipona quadrifasciata ; <i>Melipona rufiventris</i> ; Melipona subnitida ; Melipona ssp.							
		<i>Melitoma segmentaria</i>							
		<i>Mesocheira sp.</i>							
		<i>Nannotrigona testaceicornis</i>							
		<i>Oxytrigona sp.</i>							
		<i>Paratetrapedia sp.</i>							
		Partamona cupira ; Partamona. ssp.							

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Plebeia</i> sp.	
							<i>Schwarziana quadripunctata</i>	
							<i>Tetragona clavipes</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Thygater analis</i>	
							<i>Trigona fulviventris; Trigona hyalinata; Trigona spinipes; Trigona</i> sp.	
							<i>Xylocopa frontalis; Xylocopa grisescens; Xylocopa muscaria; Xylocopa nigrocincta; Xylocopa</i> spp.	
						Colletidae		
						Halictidae	<i>Augochlora esox; Augochlora francisca; Augochlora thalia; Augochlora</i> ssp.	
							<i>Augochlorella</i> spp.	
							<i>Augochloropsis patens</i>	
							<i>Megalopta</i> sp.	
							<i>Pseudaugochlora graminea; Pseudaugochlora pandora</i>	
						Megachilidae	<i>Epanthidium tigrinum</i>	
							<i>Megachile brethesi; Megachile paulistana</i>	
						Vespidae	<i>Polistes versicolor</i>	
							<i>Polybia paulista</i>	
goiaba-serrana	<i>Acca sellowiana</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas; aves	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Ducroquet & Hickel 1997; Hickel & Ducroquet 2000; Gressler et al. 2006;
							<i>Bombus atratus</i>	
							<i>Plebeia</i> sp.	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa augusti</i>	
					Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus frater</i>	
						Pipridae	<i>Tangara</i> spp.	
						Thraupidae	<i>Stephanophorus diadematus</i>	
						Thraupidae	<i>Thraupis bonariensis; Thraupis sayaca</i>	
						Turdidae	<i>Turdus rufiventris; Turdus</i> ssp.	
						Tyrannidae	<i>Elaenia mesoleuca</i>	
graviola	<i>Annona muricata</i> (Malvaceae)	pouca	502.600,00	besouros; formigas; outros insetos nativos	Coleoptera	Chrysomelidae		Falcão et al. 1982; Giannini et al. 2015a
					Hymenoptera	Formicidae	<i>Cephalotes atratus</i>	
							<i>Crematogaster</i> sp.	
guabiroba-amarela	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae		Gressler et al. 2006
guabiroba-veludo	<i>Campomanesia velutina</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus atratus; Bombus morio</i>	Proença & Gibbs 1994; Gressler et al. 2006
guanabana	<i>Annona montana</i> (Annonaceae)	-	-	besouros	Coleoptera	Chrysomelidae		Gottsberger 1989
						Scarabaeidae	<i>Cyclocephala picipes; Cyclocephala</i> sp.	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
guaraná	<i>Paullinia cupana</i> (Sapindaceae)	alta	25.076.350,00	abelhas; besouros; borboletas; hemípteros; mariposas; moscas	Coleoptera	Brentidae		Gondim 1984; Krug <i>et al.</i> 2015
						Carabidae		
						Curculionidae		
						Erotylidae		
						Nitidulidae		
						Scarabaeidae		
					Diptera	Agromyzidae		
						Calliphoridae		
						Mydidae		
						Syrphidae		
						Tachinidae		
					Hemiptera	Cydnidae		
						Largidae		
						Miridae		
						Pentatomidae		
						Reduviidae		
						Tingidae		
					Hymenoptera	Apidae	<i>Aparatrigona impunctata</i>	
							<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Centris varia</i>	
							<i>Cephalotrigona femorata</i>	
							<i>Exomalopsis auropilosa</i> ; <i>Exomalopsis</i> sp.	
							<i>Melipona compressipes</i> ; <i>Melipona fuliginosa</i> ; <i>Melipona fulva</i> ; <i>Melipona lateralis</i> ; <i>Melipona marginata</i> ; <i>Melipona puncticollis</i> ; <i>Melipona schwarzi</i> ; <i>Melipona seminigra</i> ; <i>Melipona</i> sp.	
							<i>Partamona testacea</i> ; <i>Partamona</i> sp.	
							<i>Scaura latitarsis</i>	
							<i>Tetragona goettei</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona dallatorreana</i> ; <i>Trigona</i> sp.	
							<i>Xylocopa muscaria</i> ; <i>Xylocopa</i> sp.	
						Colletidae	<i>Ptiloglossa lucernarum</i>	
						Halictidae	<i>Augochloropsis illustris</i>	
							<i>Megalopta aeneicollis</i> ; <i>Megalopta amoena</i> ; <i>Megalopta sodalis</i> ; <i>Megalopta</i> sp.	
						Megachilidae	<i>Megachile laeta</i> ; <i>Megachile</i> ssp.	
					Lepidoptera	Agaristidae		
						Ctenuchidae		
						Hesperiidae		
						Nymphalidae		
						Pieridae		
						Yponomeutidae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
guavira	<i>Campomanesia adamantium</i> (Myrtaceae)	alta	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Exomalopsis</i> sp. <i>Xylocopa</i> sp.	Nucci & Alves-Junior 2017
inhame	<i>Dioscorea</i> spp. (Dioscoreaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
jabuticaba	<i>Myrciaria cauliflora</i> (Myrtaceae)	sem incremento	-	abelhas; moscas; vespas	Diptera Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Melipona</i> sp. <i>Tetragonisca angustula</i> <i>Trigona spinipes</i> Halictidae <i>Chloralictus</i> sp. Vespidae	Malerbo-Souza et al. 2004; Gressler et al. 2006
jabuticaba-de-cabinho	<i>Plinia trunciflora</i> (Myrtaceae)	-	-	-	-	-	-	-
jabuticaba-de-coroa	<i>Plinia coronata</i> (Myrtaceae)	-	-	-	-	-	-	-
jabuticaba-sa-bará	<i>Plinia jaboticaba</i> (Myrtaceae)	-	-	-	-	-	-	-
jambo	<i>Syzygium malaccense</i> (Myrtaceae)	alta	144.300,00	abelhas; aves; morcegos; vespas	Chiroptera Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Duckeola ghiliani</i> <i>Frieseomelitta savannensis</i> ; <i>Frieseomelitta</i> sp. <i>Melipona fulva</i> ; <i>Melipona seminigra</i> <i>Partamona mourei</i> ; <i>Partamona pearsoni</i> ; <i>Partamona pseudomusarum</i> ; <i>Partamona testacea</i> ; <i>Partamona</i> sp. <i>Plebeia minima</i> <i>Trigona branneri</i> ; <i>Trigona williana</i>	Falcão et al. 2002; Giannini et al. 2015a
jambolão	<i>Syzygium jambolanum</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas; borboletas; formigas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Scaptotrigona</i> sp. <i>Tetragonisca</i> sp. <i>Trigona</i> sp. Formicidae <i>Cephalotes</i> sp. <i>Pheidole</i> sp. <i>Pseudomyrmex</i> sp.	Dáttilo et al. 2012
jaracatiá	<i>Jacaratia spinosa</i> (Caricaceae)	-	-	abelhas; aves; borboletas; mariposas; vespas	Lepidoptera Apodiformes Hymenoptera	Hesperiidae Trochilidae Apidae	<i>Amazilia lactea</i> ; <i>Amazilia versicolor</i> <i>Chlorostilbon aureoventris</i> <i>Eupetomena macroura</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Trigona</i> sp.	Piratelli et al. 1998
						Pompilidae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Euglossa</i> sp.	
							<i>Frieseomelitta doederleini</i> ; <i>Frieseomelitta languida</i>	
							<i>Oxytrigona tataira</i>	
							<i>Partamona</i> sp.	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							Trigona spinipes; Trigona ssp.	
							<i>Xylocopa grisescens</i> ; <i>Xylocopa suspecta</i> ; <i>Xylocopa</i> sp.	
						Halictidae	<i>Chloralictus</i> sp.	
							<i>Pseudaugochlora</i> sp.	
						Vespidae		
						Lepidoptera		
laranjinha-do-mato	<i>Eugenia speciosa</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae		Gressler <i>et al.</i> 2006
						Halictidae		
lichia	<i>Litchi chinensis</i> (Sapindaceae)	-	-	abelhas; besouros; borboletas; formigas; moscas; vespas	Coleoptera			Martins <i>et al.</i> 2013
					Diptera			
					Hymenoptera			
					Lepidoptera			
limão	<i>Citrus limonum</i> ; <i>Citrus aurantifolia</i> (Rutaceae)	-	-	abelhas; borboletas; moscas; vespas	Diptera			Malerbo-Souza & Halak 2010; Carvalho <i>et al.</i> 2014
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Ceratina</i> sp.	
							<i>Exomalopsis analis</i> ; <i>Exomalopsis</i> sp.	
							<i>Melipona scutellaris</i>	
							<i>Partamona</i> sp.	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona spinipes</i> ; <i>T.</i> sp.	
							<i>Xylocopa frontalis</i>	
						Halictidae	<i>Pseudaugochlora</i> sp.	
						Vespidae		
					Lepidoptera			
maçã	<i>Malus domestica</i> (Rosaceae)	essencial	1.568.229.600,00	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Viana <i>et al.</i> 2014
							<i>Melipona quadrifasciata</i>	
macadâmia	<i>Macadamia integrifolia</i> (Proteaceae)	-	-	abelhas; besouros; borboletas; hemípteros; moscas; outros; vespas	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	Paulino & Marchini 1998; Giannini <i>et al.</i> 2015a
						Scarabaeidae	<i>Euphoria lurida</i>	
					Diptera	Calliphoridae		
						Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>	
						Tachinidae		
					Hemiptera	Alydidae	<i>Leptocoris tipuloides</i>	
						Coreidae	<i>Sphictyrtus chrysis</i>	
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Frieseomelitta freiremaiai</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Trigona hyalinata; Trigona spinipes; Trigona ssp.</i>	
						Sphecidae		
						Vespidae	<i>Polistes lanio; Polistes versicolor</i>	
							<i>Polybia ignobilis</i>	
							<i>Protonectarina sylveirae</i>	
					Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Astrartes anaphus</i>	
							<i>Phocides polybius</i>	
							<i>Urbanus proteus; Urbanus virteboa</i>	
						Nymphalidae	<i>Mechanitis polymnia</i>	
					Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa sp.</i>	
macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i> (Arecaceae)	alta	-	abelhas; besouros ; outros	Coleoptera	Curculionidae	<i>Andranthobius sp.</i>	Scariot & Lieras 1991
							<i>Barymerus sp.</i>	
							<i>Celetes sp.</i>	
							<i>Dialomia sp.</i>	
							<i>Palmocentrinus sp.</i>	
							<i>Phytotribus sp.</i>	
						Nitidulidae	<i>Mystrops sp.</i>	
						Scarabaeidae	<i>Cyclocephala forsteri; Cyclocephala mecynotarsis</i>	
					Hymenoptera			
					Thysanoptera			
mamão	<i>Carica papaya</i> (Caricaceae)	-	-	-	-	-	-	-
mamona	<i>Ricinus communis</i> (Euphorbiaceae)	alta	26.012.350,00	abelhas; (vento)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Rizzardo <i>et al.</i> 2012
mandioca	<i>Manihot esculenta</i> (Euphorbiaceae)	sem incremento	-	abelhas ; besouros; vespas	Coleoptera			Silva & Pinheiro 2001; Giannini <i>et al.</i> 2015a
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa spp.</i>	
manga	<i>Mangifera indica</i> (Anacardiaceae)	sem incremento	-	abelhas ; besouros; borboletas; formigas; hemípteros; moscas ; vespas ; outros; (vento)	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	Siqueira <i>et al.</i> 2008; Malerbo-Souza & Halak 2009; Sousa <i>et al.</i> 2010; Carvalho <i>et al.</i> 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a
					Diptera	Calliphoridae		
						Chironomidae		
						Dolichopodidae		
						Milichiidae		
						Muscidae	<i>Musca domestica</i>	
						Otitidae		
						Sarcophagidae		
						Syrphidae	<i>Ornidia obesa</i>	
							<i>Palpada vinetorum</i>	
						Tachinidae	<i>Belvosia bicincta; Belvosia sp.</i>	
						Tephritidae		
						Tipulidae		
					Hemiptera			
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Partamona</i> sp.	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona spinipes; Trigona ssp.</i>	
							<i>Xylocopa suspecta</i>	
						Formicidae		
							<i>Camponotus</i> sp.	
						Vespidae	<i>Brachygastra</i> sp.	
							<i>Polistes</i> sp.	
					Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Urbanus</i> sp.	
					Odonata			
mangaba	<i>Hancornia speciosa</i> (Apocynaceae)	essencial	1.501.950,00	abelhas; borboletas; mariposas	Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus brevivillus; Bombus ssp.</i>	Darrault & Schlindwein 2005; Giannini et al. 2015a
							<i>Centris</i> spp.	
							<i>Epicharis bicolor</i>	
							<i>Euglossa</i> sp.	
							<i>Eulaema bombiformis; Eulaema cingulata; Eulaema flavescens; Eulaema nigrita</i>	
							<i>Exaerete smaragdina</i>	
							<i>Xylocopa frontalis; Xylocopa ssp.</i>	
					Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Bungalotis</i> sp.	
							<i>Dysocephaly nicephorces</i>	
							<i>Historis acrouta</i>	
							<i>Nascus phocus</i>	
							<i>Perichares philetus</i>	
							<i>Phocides pigmalion</i>	
							<i>Urbanus dorantes; Urbanus proteus; Urbanus teleus</i>	
						Nymphalidae	<i>Heliconius nanna; Heliconius phyllis</i>	
						Saturniidae	<i>Aellopos fadus</i>	
						Sphingidae	<i>Agrius cingulata</i>	
							<i>Enyo ocyete</i>	
							<i>Erinnyis ello</i>	
							<i>Hyles euphorbiarum</i>	
							<i>Isognathus caricae; Isognathus menechus</i>	
							<i>Manduca diffissa; Manduca sexta</i>	
							<i>Neogene dynaeus</i>	
							<i>Pachylia ficus; Pachylia syces</i>	
manjerição	<i>Ocimum basilicum; Ocimum selloi</i> (Lamiaceae)	-	-	abelhas; besouros; borboletas; formigas; hemípteros; moscas; vespas; outros	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	Malerbo-Souza et al. 2000; Schoeninger et al. 2012
						Curculionidae		
						Tenebrionidae	<i>Lagria villosa</i>	
					Diptera	Asilidae	<i>Blepharepium cajennensis</i>	
						Calliphoridae		
						Culicidae		
						Dolichopodidae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							Mycetophilidae	
							Sarcophagidae	
							Syrphidae	
							Tachinidae	
					Hemiptera	Cicadellidae	<i>Macugonalia</i> sp. <i>Sibovia sagata</i>	
							Delphacidae	
							Miridae	
							Nabidae	
							Pentatomidae	
							Reduviidae	
							Scutelleridae	
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Bombus atratus</i> <i>Melissoptila</i> sp. <i>Xylocopa</i> sp.	
							Braconidae	
							Crabronidae	
							Evanidae	
							Formicidae	
						Halictidae	<i>Agapostemon</i> sp. <i>Augochlora</i> spp. <i>Augochlorella ephyra</i> ; <i>Augochlorella urania</i> <i>Augochloropsis electra</i> ; <i>Augochloropsis multiplex</i> ; <i>Augochloropsis</i> sp. <i>Ceratalictus</i> sp. <i>Dialictus</i> spp. <i>Halictillus</i> sp. <i>Paroxystoglossa</i> sp.	
							Ichneumonidae	
							Leucospidae	
						Megachilidae	<i>Anthidium</i> spp. <i>Coelioxys</i> sp. <i>Epanthidium</i> sp. <i>Megachile</i> spp.	
							Pompilidae	
							Tenthredinidae	
						Vespidae	<i>Pachodynerus guadulpensis</i> <i>Polybia ignobilis</i> ; <i>Polybia sericea</i> <i>Synoeca cyanea</i> <i>Zeta argillaceum</i>	
					Lepidoptera			
					Odonata	Coenagrionidae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
maracujá-amarelo	<i>Passiflora edulis</i> (Passifloraceae)	essencial	977.548.100,00	abelhas; borboletas; formigas; moscas			Libellulidae	Silva <i>et al.</i> 1999; Hoffmann <i>et al.</i> 2000; Malerbo-Souza <i>et al.</i> 2002; Freitas & Oliveira-Filho 2003; Bos <i>et al.</i> 2007; Siqueira <i>et al.</i> 2009; Yamamoto <i>et al.</i> 2012; Carvalho <i>et al.</i> 2014; Martins <i>et al.</i> 2014; Cobra <i>et al.</i> 2015; Giannini <i>et al.</i> 2015a; Junqueira & Augusto 2017
							Protoneuridae	
					Orthoptera	Acrididae		
						Ommexechidae		
						Tettigoniidae		
					Diptera			
					Hymenoptera	Andrenidae	<i>Oxaea austera</i> ; <i>Oxaea flavescens</i>	
						Apidae	<i>Acanthopus excellens</i>	
							<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus morio</i> ; <i>Bombus pauloensis</i> ; <i>Bombus spp.</i>	
							<i>Centris denudans</i> ; <i>Centris flavifrons</i> ; <i>Centris longimana</i> ; <i>Centris lutea</i> ; <i>Centris scopipes</i> ; <i>Centris sponsa</i>	
							<i>Epicharis analis</i> ; <i>Epicharis bicolor</i> ; <i>Epicharis fasciata</i> ; <i>Epicharis flava</i> ; <i>Epicharis nigrita</i>	
							<i>Eufriesea surinamensis</i>	
							<i>Eulaema bombiformis</i> ; <i>Eulaema cingulata</i> ; <i>Eulaema nigrita</i>	
							<i>Frieseomelitta varia</i>	
							<i>Hopliphora velutina</i>	
							<i>Melipona quinquefasciata</i>	
							<i>Paratrigona lineata</i>	
		<i>Scaptotrigona sp.</i>						
		<i>Tetragonisca angustula</i>						
		<i>Trigona chanchamayoensis</i> ; <i>Trigona hyalinata</i> ; <i>Trigona spinipes</i> ; <i>Trigona sp.</i>						
		<i>Xylocopa brasiliatorum</i> ; <i>Xylocopa cearensis</i> ; <i>Xylocopa frontalis</i> ; <i>Xylocopa grisescens</i> ; <i>Xylocopa hirsutissima</i> ; <i>Xylocopa nigrocincta</i> ; <i>Xylocopa ordinaria</i> ; <i>Xylocopa suspecta</i>						
		Formicidae						
		Halictidae	<i>Augochlora sp.</i>					
			<i>Augochloropsis sp.</i>					
			<i>Chloralictus sp.</i>					
		Megachilidae	<i>Megachile sp.</i>					
			Lepidoptera					
maracujá-de-veado	<i>Passiflora giberti</i> (Passifloraceae)	-	-	abelhas, borboletas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Malerbo-Souza <i>et al.</i> 2002
							<i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa grisescens</i> ; <i>Xylocopa frontalis</i> ; <i>Xylocopa suspecta</i>	
						Halictidae	<i>Augochloropsis sp.</i>	
			Lepidoptera					
maracujá-doce	<i>Passiflora alata</i> (Passifloraceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Acanthopus excellens</i>	Ganglianone <i>et al.</i> 2010; Benevides <i>et al.</i> 2013; Giannini <i>et al.</i> 2015a
							<i>Apis mellifera</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
maracujá-do-mato	<i>Passiflora cincinnata</i> (Passifloraceae)	-	-	abelhas; aves; besouros; borboletas; hemípteros			<i>Bombus brasiliensis</i> ; <i>Bombus morio</i> ; <i>Bombus pauloensis</i>	Kiill et al. 2010; Malerbo-Souza 2011
							<i>Centris collaris</i> ; <i>Centris decipiens</i> ; <i>Centris denudans</i> ; <i>Centris derasa</i> ; <i>Centris flavifrons</i> ; <i>Centris longimana</i> ; <i>Centris lutea</i> ; <i>Centris scopipes</i> ; <i>Centris similis</i> ; <i>Centris spona</i> ; <i>Centris tarsata</i>	
							<i>Epicharis affinis</i> ; <i>Epicharis bicolor</i> ; <i>Epicharis fasciata</i> ; <i>Epicharis flava</i>	
							<i>Euglossa</i> sp.	
							<i>Eulaema cingulata</i> ; <i>Eulaema nigrita</i> ; <i>Eulaema seabrai</i>	
							<i>Xylocopa brasilianorum</i> ; <i>Xylocopa frontalis</i> ; <i>Xylocopa ordinaria</i> ; <i>Xylocopa suspecta</i>	
							spp. (Meliponini)	
						Halictidae		
						Apodiformes Trochilidae	<i>Eupetomena macroura</i>	
						Coleoptera Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	
maracujá-porangá	<i>Passiflora coccinea</i> (Passifloraceae)	-	-	abelhas; aves (beija-flores); borboletas				Storti 2002
							<i>Amazilia</i> sp.	
							<i>Phaethornis superciliosus</i>	
						Hymenoptera Apidae	<i>Melipona rufiventris</i>	
							<i>Trigona</i> sp.	
						Lepidoptera Nymphalidae	<i>Heliconius bruneyi</i>	
							Hesperiidae	
maracujá-suspiro	<i>Passiflora nitida</i> (Passifloraceae)	-	-	abelhas; borboletas; moscas				Malerbo-Souza et al. 2002
							<i>Oxaea flavescens</i>	
							<i>Apidae</i> <i>Melipona quinquefasciata</i>	
							<i>Xylocopa frontalis</i> ; <i>Xylocopa grisescens</i>	
		Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.					
		Lepidoptera						
marmelada-de-bezerro	<i>Cordia macrophylla</i> (Rubiaceae)	-	-	-	-	-	-	-
marmelo	<i>Cydonia</i> spp. (Rosaceae)	-	-	-	-	-	-	-
maxixe	<i>Cucumis anguria</i> (Cucurbitaceae)	-	-	abelha	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Carvalho et al. 2014

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
melancia	<i>Citrullus lanatus</i> (Cucurbitaceae)	essencial	1.179.460.150,00	abelhas; besouros; borboletas; formigas; moscas; vespas	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica sp.</i>	Malerbo-Souza <i>et al.</i> 1999; Souza & Malerbo-Souza 2005; Araújo <i>et al.</i> 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a
					Diptera			
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Melipona sp.</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
		<i>Trigona spinipes</i> ; <i>Trigona sp.</i>						
		Formicidae						
		Vespidae						
		Lepidoptera						
melão	<i>Cucubita melo</i> (Cucurbitaceae)	essencial	567.837.800,00	abelhas; besouros; mariposas; moscas; vespas	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Chrysolina fastuosa</i>	Kato & Nogueira-Couto 2002; Trindade <i>et al.</i> 2004; Kiill <i>et al.</i> 2011; 2014; 2016; Siqueira <i>et al.</i> 2011; 2012; Lima-Jr <i>et al.</i> 2012; Coelho <i>et al.</i> 2012a; 2012b; Sousa <i>et al.</i> 2013, 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a; Ribeiro <i>et al.</i> 2015; Tschoeke <i>et al.</i> 2015
					Diptera			
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Melipona mandacaia</i>	
							<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	
							<i>Paratrigona lineata</i>	
							<i>Plebeia mosquito</i> ; <i>sp.</i>	
							<i>Scaptotrigona sp.</i>	
							<i>Trigona pallens</i> ; <i>Trigona recursa</i> ; <i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa grisescens</i> ; <i>Xylocopa spp.</i>	
		Halictidae		<i>Halictus sp.</i>				
		Vespidae		<i>Polybia dimidata</i>				
melão de São João	<i>Momordica charantia</i> (Cucurbitaceae)	modesta	-	abelhas; besouros; borboletas	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	Lenzi <i>et al.</i> 2015; Giannini <i>et al.</i> 2015a
					Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus morio</i>	
						Halictidae	<i>Augochlora sp.</i>	
					Lepidoptera	Hesperiidae		
						Pieridae		
milho	<i>Zea mays</i> (Poaceae)	-	-	abelhas; (vento)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Carvalho <i>et al.</i> 2014; Rech <i>et al.</i> 2014b
							<i>Trigona spinipes</i>	
mirtilo	<i>Vaccinium ashei</i> (Ericaceae)	-	-	abelhas; besouros; borboletas; formigas; hemípteros; mariposas; moscas; outros; vespas	Coleoptera	Cantharidae	<i>Chauliognathus fallax</i>	Silveira 2011; Diez-Rodriguez <i>et al.</i> 2017
						Cerambycidae	<i>Paromoeocerus barbicornis</i>	
						Chrysomelidae	<i>Chelymorpha nigricollis</i>	
							<i>Colaspis sp.</i>	
							<i>Diabrotica speciosa</i>	
							<i>Omophoita sp.</i>	
							<i>Stolas chalybaea</i>	
						Cleridae		
						Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	
							<i>Eriopsis connexa</i>	
		<i>Harmonia axyridis</i>						
		<i>Olla v-nigrum</i>						
	Curculionidae	<i>Naupactus sp.</i>						
		<i>Pantomorus sp.</i>						
		<i>Sithophilus sp.</i>						

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Sithophilus</i> sp.	
						Elateridae	<i>Conoderus</i> sp.	
						Lampyridae		
						Meloidae	<i>Epicauta atomaria</i>	
						Melyridae	<i>Astylus variegatus</i>	
						Scarabaeidae	<i>Pelidnota aeruginosa</i>	
							<i>Rutela lineola</i>	
						Tenebrionidae	<i>Lagria villosa</i>	
					Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru lineare</i>	
					Diptera	Asilidae		
						Bibionidae		
						Muscidae		
						Sarcophagidae		
						Syrphidae		
						Tabanidae		
					Hemiptera	Alydidae	<i>Hyalymenus</i> sp.	
						Cercopidae	<i>Deois flexuosa</i>	
						Cicadellidae		
						Coreidae	<i>Hypselonotus fulvus; Hypselonotus interruptus; Hypselonotus</i> sp.	
							<i>Leptoglossus</i> sp.	
							<i>Phthiapicta</i> sp.	
							<i>Zicca annulata</i>	
						Largidae	<i>Largus rufipennis</i>	
						Membracidae		
						Miridae		
						Pentatomidae	<i>Chinavia longicorialis; Chinavia obstinate</i>	
							<i>Dichelops furcatus</i>	
							<i>Edessa mediatibunda</i>	
							<i>Piezodorus guildinii</i>	
						Reduviidae		
						Scutelleridae	<i>Pachycoris torridus</i>	
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus atratus; Bombus morio; Bombus</i> sp.	
							<i>Trigona spinipes; Trigona</i> ssp.	
							<i>Xylocopa hirsutissima; Xylocopa subcyanea; Xylocopa</i> sp.	
						Braconidae		
						Formicidae	<i>Acromyrmex</i> sp.	
							<i>Camponotus</i> spp.	
							<i>Crematogaster</i> sp.	
						Halictidae		
						Ichneumonidae		
						Vespidae	<i>Brachygastra lecheguana</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Polistes</i> sp.	
							<i>Polybia</i> sp.	
					Lepidoptera	Arctiidae	<i>Dycladia lucetius</i>	
						Hesperiidae	<i>Hylephila phylaeus</i>	
							<i>Polites vibex</i>	
						Noctuidae		
						Tortricidae		
						Mantodea		
						Neuroptera		
						Odonata		
					Orthoptera	Acrididae	<i>Opshomala</i> sp.	
						Proscopiidae		
						Psocoptera		
morango	<i>Fragaria x ananassa</i> (Rosaceae)	-	-	abelhas; outros insetos nativos; (vento)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Nannotrigona testaceicornis</i> <i>Plebeia nigriceps</i> <i>Scaptotrigona</i> sp. <i>Tetragonisca angustula</i> <i>Trigona</i> spp.	Malagodi-Braga & Kleinert 2004; Antunes <i>et al.</i> 2007; Roselino <i>et al.</i> 2009; Calvete <i>et al.</i> 2010; Witter <i>et al.</i> 2012; Giannini <i>et al.</i> 2015a
moressuma	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (Malpighiaceae)	-	-	abelhas; besouros; formigas	Coleoptera	Tenebrionidae		Benezar & Pessoni 2006; Amorim & De Marco 2011
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Bombus</i> sp. <i>Centris aenea</i> ; <i>Centris</i> sp. <i>Epicharis cockerelli</i> <i>Paratetrapedia flavolineata</i> <i>Paratrigona lineata</i> <i>Tetragonisca angustula</i> <i>Xylocopa</i> sp.	
						Formicidae	<i>Camponotus</i> sp.	
						Halictidae	<i>Augochloropsis callichroa</i>	
moringa	<i>Moringa oleifera</i> (Moringaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Ceratina</i> sp. <i>Exomalopsis analis</i> ; <i>Exomalopsis</i> sp. <i>Melipona scutellaris</i> <i>Partamona</i> sp. <i>Trigona spinipes</i> ; <i>Trigona</i> sp. <i>Xylocopa frontalis</i> <i>Augochlora</i> sp. <i>Pseudaugochlora</i> sp.	Carvalho <i>et al.</i> 2014
murici	<i>Byrsonima crassifolia</i> (Malpighiaceae)	essencial	-	abelhas; outros insetos nativos	Hymenoptera	Apidae	<i>Centris</i> spp. <i>Melipona</i> sp.	Giannini <i>et al.</i> 2015a

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
murici-pitanga	<i>Byrsonima gardneriana</i> (Malpighiaceae)	-	-	abelhas; outros insetos nativos	Hymenoptera	Apidae	<i>Xylocopa</i> spp. <i>Centris</i> spp. <i>Trigona</i> spp. <i>Xylocopa</i> spp. spp. (Meliponini)	Giannini et al. 2015a
muriri	<i>Mouriri guianensis</i> (Melastomataceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Melipona subnitida</i> <i>Trigona</i> sp. <i>Xylocopa cearensis</i> ; <i>Xylocopa grisescens</i> Halictidae <i>Augochloropsis</i> sp. <i>Megalopta amoena</i>	Oliveira et al. 2016
murta	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Bombus atratus</i> <i>Centris violacea</i> <i>Melipona quinquefascia</i> <i>Partamona cupira</i> <i>Scaptotrigona postica</i> <i>Trigona branneri</i> ; <i>Trigona branneri</i> <i>Xylocopa frontalis</i> Halictidae <i>Ceratalictus theius</i>	Proença & Gibbs 1994; Gressler et al. 2006
noz pecã	<i>Carya illinoensis</i> (Jugladiaceae)	-	-	-	-	-	-	-
ouricuri	<i>Attalea phalerata</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros; formigas; moscas; outros	Blattodea Coleoptera	Blattidae Cerambycidae Curculionidae	<i>Paratenthra martinsi</i> <i>Belopoeus</i> spp. <i>Celetes</i> sp. <i>Derelomus</i> sp. <i>Hypothenemus</i> sp. <i>Madarini</i> spp. Nitidulidae <i>Colopterus</i> sp. <i>Mystrops</i> sp. Scarabaeidae Staphylinidae Trogossitidae Diptera Drosophilidae Hymenoptera Apidae Formicidae	Fava et al. 2011
palmito	<i>Euterpe edulis</i> (Arecaceae)	alta	161.502.900,00	abelhas; besouros; borboletas; moscas	Coleoptera Diptera Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <i>Bombus brasiliensis</i> ; <i>Bombus morio</i> <i>Melipona marginata</i> ; <i>Melipona quadrifasciata</i> <i>Plebeia droryana</i> ; <i>Plebeia emerina</i> ; <i>Plebeia remota</i> <i>Scaptotrigona bipunctata</i> <i>Tetragonisca angustula</i>	Dorneles et al. 2013

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)										
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências						
palmito-tucum	<i>Bactris glaucescens</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros ; hemípteros	<i>Trigona spinipes</i>			Fava et al. 2011						
					Lepidoptera	Coleoptera	Curculionidae		<i>Derelomus sp.</i>					
pepino	<i>Cucumis sativus</i> (Cucurbitaceae)	alta	72.813.650,00	abelhas; besouros; formigas; moscas; vespas	<i>Trigona spinipes</i>			Santos et al. 2008; Cunha et al. 2012; Nicodemo et al. 2013; Giannini et al. 2015a						
					Hemiptera	Coleoptera	Tenebrionidae		<i>Paratenetus sp.</i>					
					Hymenoptera	Apidae			<i>Trigona spinipes</i>					
									<i>Diabrotica speciosa</i>					
									<i>Cycloneda sanguinea</i>					
					pequi	<i>Caryocar brasiliense</i> (Caryocaraceae)	essencial		13.859.550,00	abelhas; aves; mariposas ; morcegos ; vespas	<i>Trigona spinipes</i>			Gribel & Hay 1993; Melo 2001; Coelho et al. 2013
											Apodiformes	Trochilidae		
			<i>Colibri serrirostris</i>											
			<i>Eupetomena macroura</i>											
			<i>Phaethornis petrei</i>											
			<i>Thalurania furcata</i>											
Chiroptera	Phyllostomidae		<i>Anoura geoffroyii</i>											
			<i>Carollia perspicillata</i>											
			<i>Glossophaga soricina</i>											
			<i>Phyllostomus discolor</i>											
			<i>Platyrrhinus lineatus</i>											
Hymenoptera	Apidae		<i>Apis mellifera</i>											
			<i>Bombus sp.</i>											
			<i>Centris sp.</i>											
			<i>Epicharis sp.</i>											
			<i>Trigona sp.</i>											
			<i>Xylocopa sp.</i>											
			<i>Polybia sp.</i>											
Lepidoptera	Erebidae		<i>Cyclopis caecutiens</i>											
			<i>Thysania zenobia</i>											
	Noctuidae		<i>Cyclopis caecutiens</i>											

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)					
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências	
pera	<i>Pyrus pyrifolia</i> (Rosaceae)	essencial	32.062.500,00	abelhas; besouros; borboletas; formigas; hemíptera; moscas; vespas; (vento)			<i>Thysania zenobia</i>	Faoro & Orth 2011; 2015	
						Sphingidae	<i>Agrius cingulatus</i>		
							<i>Cocytius antaeus</i>		
							Erinnyis ello		
							Pseudosphinx tetrio		
					Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>		
						Coerebidae	<i>Coereba flaveola</i>		
						Corvidae	<i>Cyanocorax cristatellus</i>		
						Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>		
						Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>		
							<i>Dacnis cayana</i>		
							<i>Hemithraupis guira</i>		
							<i>Ramphocelus carbo</i>		
							<i>Tachyphonus rufus</i>		
							<i>Tangara cayana</i>		
							<i>Tersina viridis</i>		
							<i>Traupis palmarum</i> ; <i>Traupis sayaca</i>		
						Tyrannidae	<i>Elaenia sp.</i>		
						Coleoptera	Chrysomelidae		<i>Chrysodina sp.</i>
									<i>Diabrotica speciosa</i>
		Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>						
			<i>Hippodamia convergens</i>						
		Melyridae	<i>Astylus quadrilineatus</i>						
	Diptera	Bibionidae	<i>Bibio spp.</i>						
		Syrphidae	<i>Toxomerus spp.</i>						
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>							
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>							
		<i>Bombus pauloensis</i>							
		<i>Plebeia spp.</i>							
		<i>Trigona spinipes</i>							
		<i>Xylocopa augusti</i>							
		Chalcididae							
		Formicidae	<i>Camponotus sp.</i>						
		Halictidae	<i>Dialictus sp.</i>						
		Vespidae	<i>Polybia spp.</i>						
	Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Vanessa braziliensis</i>						
pêssego	<i>Prunus persica</i> (Rosaceae)	alta	259.238.850,00	abelhas; aves	Apodiformes			Mota & Nogueira-Couto 2002; Giannini et al., 2015a	
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>		
							<i>Trigona spinipes</i>		
							<i>Xylocopa spp.</i>		
pimenta	<i>Capsicum annuum</i> (Solanaceae)	-	-	abelhas; besouros; formigas; hemípteros; moscas; vespas	Coleoptera	Chrysomelidae		Raw 2000; Oliveira et al. 2012	
						Coccinellidae			
						Tenebrionidae	<i>Lagria villosa</i>		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
					Diptera	Culicidae		
						Drosophilidae		
						Otitidae		
					Hemiptera	Alydidae		
						Pyrrhocoridae		
						Reduviidae		
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus atratus</i>	
							<i>Exomalopsis analis; Exomalopsis auropilosa; Exomalopsis fulvofasciata</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							Trigona spinipes	
						Colletidae	<i>Hylaeus tricolor</i>	
						Formicidae	<i>Camponotus spp.</i>	
						Halictidae	<i>Augochlora morrae; Augochlora thalia</i>	
							<i>Augochloropsis aurifluens; Augochloropsis cleopatra; Augochloropsis heterochroa; Augochloropsis laeta; Augochloropsis wallacei</i>	
							<i>Ceratalictus theius</i>	
							<i>Dialictus picadensis; Dialictus ypirangensis</i>	
							<i>Halictus lanei</i>	
						Vespidae		
pimenta-do-reino	<i>Piper nigrum</i> (Piperaceae)	-	-	(vento)	-	-	-	Rech et al. 2014b
pimenta-doce	<i>Capsicum annuum</i> (Solanaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Frieseomelitta varia</i>	Nascimento et al. 2012; Giannini et al. 2015a
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
pimenta-longa	<i>Piper longum</i> (Piperaceae)	-	-	(vento)	-	-	-	Rech et al. 2014b
pimenta-malagueta	<i>Capsicum chinense</i> (Solanaceae)	alta	19.353.100,00	abelhas	Hymenoptera	Apidae		Giannini et al. 2015a
pimenta-malagueta silvestre	<i>Capsicum frutescens</i> (Solanaceae)	modesta	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Cruz & Campos 2007; Giannini et al. 2015a
							<i>Melipona spp.</i>	
							<i>Plebeia sp.</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
pimentão	<i>Capsicum annuum</i> (Solanaceae)	modesta	51.039.500,00	abelhas; besouros; moscas; vespas	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	Cruz et al. 2005; Faria Jr et al. 2008; Roselino et al. 2010; Carvalho et al. 2014; Giannini et al. 2015a
					Diptera	Syrphidae	<i>Toxomerus sp.</i>	
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Exomalopsis analis; Exomalopsis auropilosa; Exomalopsis fulvofasciata</i>	
							<i>Frieseomelitta varia</i>	
							<i>Melipona fasciculata; Melipona quadrifasciata; Melipona scutellaris; Melipona subnitida</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Trigona spinipes</i>	
						Colletidae	<i>Hylaeus tricolor</i>	
						Halictidae	<i>Augochlora morrae; Augochlora thalia; Augochlora spp.</i>	
							<i>Augochlorella acarinata</i>	
							<i>Augochloropsis aurifluens; Augochloropsis cleopatra; Augochloropsis heterochroa; Augochloropsis laeta; Augochloropsis wallacei</i>	
							<i>Ceratalictus theius</i>	
							<i>Dialictus picadensis; Dialictus ypirangensis</i>	
							<i>Halictus lanei</i>	
							<i>Pereirapis rhizophila</i>	
						Vespidae	<i>Polybia sp.</i>	
pindaíba	<i>Xylopia brasiliensis</i> (Annonaceae)	-	-	besouros	Coleoptera	Anthicidae	<i>Acanthinus sp.</i>	Andrade et al. 1996
						Chrysomelidae	<i>Brachypnoea nana; Brachypnoea venustula</i>	
						Scarabaeidae	<i>Barybas sp.</i>	
							<i>Macroductylus pumilio; Macroductylus suturalis</i>	
pinha; fruta-do-conde	<i>Annona squamosa</i> (Annonaceae)	essencial	12.816.450,00	besouros	Coleoptera	Nitidulidae	<i>Carpophilus sp.</i>	Kiill & Costa 2003; Giannini et al. 2015a
							<i>Haptoncus ochraceus</i>	
pinhão	<i>Araucaria angustifolia</i> (Araucariaceae)	sem incremento	-	(vento)	-	-	-	Rech et al. 2014b
pinhão-mansão	<i>Jatropha curcas</i> (Euphorbiaceae)	essencial	-	abelhas	Hymenoptera			Juhász et al. 2009
piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Caryocaraceae)	-	-	aves; besouros; mariposas; morcegos; outros	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia versicolor</i>	Martins & Gribel 2007
							<i>Heliodytes aurita</i>	
							<i>Thalurania furcata</i>	
					Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	
					Coleoptera	Lampyridae		
					Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys lanatus; Caluromys philander</i>	
					Hymenoptera	Apidae		
					Lepidoptera	Noctuidae		
						Sphingidae	<i>Pachylia ficus</i>	
					Passeriformes	Trochilidae	<i>Amazilia versicolor</i>	
							<i>Heliodytes aurita</i>	
							<i>Thalurania furcata</i>	
pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> (Myrtaceae)	essencial	254.600,00	abelhas	Hymenoptera	Andrenidae	<i>Anthrenoides paolae</i>	Gressler et al. 2006; Diniz et al. 2015; Giannini et al. 2015a
						Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Ceratina sp.</i>	
							<i>Exomalopsis aureosericea; Exomalopsis bicellularis</i>	
							<i>Melipona obscurior</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Plebeia emerina</i> ; <i>Plebeia remota</i>	
							<i>Scaptotrigona bipunctata</i>	
							<i>Schwarziana quadripunctata</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Xylocopa bimaculata</i>	
						Colletidae	<i>Hylaeus asper</i> ; <i>Hylaeus geminus</i> ; <i>Hylaeus vachali</i>	
							<i>Rhynchocolletes albicinctus</i>	
						Halictidae	<i>Augochlora chloera</i> ; <i>Augochlora cognata</i> ; <i>Augochlora cupreola</i> ; <i>Augochlora imperialis</i> ; <i>Augochlora notophos</i> ; <i>Augochlora sparsilis</i> ; <i>Augochlora sympleres</i> ; <i>Augochlora sp.</i>	
							<i>Augochloropsis cognata</i> ; <i>Augochloropsis cupreola</i> ; <i>Augochloropsis imperialis</i> ; <i>Augochloropsis notophos</i> ; <i>Augochloropsis sparsilis</i> ; <i>Augochloropsis sympleres</i> ; <i>Augochloropsis sp.</i>	
							<i>Caenohalictus tessellatus</i>	
							<i>Ceratalictus psoraspis</i>	
							<i>Ceratina biguttulata</i>	
							<i>Dialictus bruneriellus</i> ; <i>Dialictus pabulator</i> ; <i>Dialictus picadensis</i> ; <i>Dialictus spp.</i>	
							<i>Halictillus loureiroi</i>	
							<i>Neocorynura chapadicola</i>	
							<i>Paroxystoglossa andromache</i> ; <i>Paroxystoglossa barbata</i> ; <i>Paroxystoglossa sp.</i>	
pitanga-peba	<i>Eugenia pitanga</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae		Gressler <i>et al.</i> 2006
pitanga-silvestre	<i>Eugenia spp.</i> (Myrtaceae)	-	-	-	-	-	-	-
pitangatuba	<i>Eugenia neonitida</i> (Myrtaceae)	essencial	-	abelhas ; outros insetos nativos	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Giannini <i>et al.</i> 2015a
pitaya	<i>Hylocereus undatus</i> (Cactaceae)	-	-	-	-	-	-	-
pitomba	<i>Talisia esculenta</i> (Sapindaceae)	-	-	abelhas; outros insetos nativos	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> Meliponini spp.	Giannini <i>et al.</i> 2015a
pupunha	<i>Bactris gasipaes</i> (Arecaceae)	-	-	-	-	-	-	-
quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> (Malvaceae)	-	-	abelhas ; besouros ; borboletas; formigas; moscas; vespas; outros	Coleoptera Diptera Hymenoptera	Chrysomelidae Apidae	<i>Diabrotica speciosa</i> <i>Apis mellifera</i> <i>Melipona sp.</i>	Malerbo-Souza <i>et al.</i> 2001; Malerbo-Souza & Halak 2009; Giannini <i>et al.</i> 2015a
						Formicidae		
						Vespidae		
						Lepidoptera		
						Orthoptera		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
quixaba	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Sapotaceae)	essencial	-	-	Thysanoptera	-	-	-
repolho	<i>Brassica chinensis</i> (Brassicaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
romã	<i>Punica granatum</i> (Lythraceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Trigona</i> spp. spp. (Meliponini)	Giannini <i>et al.</i> 2015a
sete-capotes	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Halictidae		Gressler <i>et al.</i> 2006
soja	<i>Glycine max</i> (Fabaceae)	modesta	26.224.683.000,00	abelhas; besouros; borboletas; hemípteros; moscas; vespas	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i>	Chiari <i>et al.</i> 2005a; 2005b; Toledo <i>et al.</i> 2011; Milfont <i>et al.</i> 2013; Giannini <i>et al.</i> 2015a
						Tenebrionidae	<i>Lagria villosa</i>	
					Diptera	Syrphidae		
					Hemiptera			
					Hymenoptera	Andrenidae	<i>Psaenythia</i> sp.	
						Apidae	<i>Ancyloscelis</i> sp.	
							<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Centris analis</i>	
							<i>Exomalopsis analis</i>	
							<i>Florilegus</i> sp.	
							<i>Melitomella griseascens</i>	
							<i>Trigona</i> sp.	
						Halictidae	<i>Augochlora</i> spp.	
							<i>Augochlorella</i> sp.	
							<i>Augochloropsis</i> spp.	
							<i>Dialictus</i> spp.	
						Megachilidae	<i>Megachile</i> sp.	
						Vespidae		
					Lepidoptera			
soja perene	<i>Glycine wightii</i> (Fabaceae)	-	-	abelhas; borboletas; moscas; vespas	Diptera			Nogueira-Couto <i>et al.</i> 1998
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Exomalopsis</i> sp.	
						Halictidae		
					Lepidoptera			
sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> (Poaceae)	-	-	-	-	-	-	-
tangerina	<i>Citrus reticulata</i> (Rutaceae)	essencial	911.629.500,00	abelhas	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Nascimento <i>et al.</i> 2011; Giannini <i>et al.</i> 2015a
							<i>Bombus morio</i>	
							<i>Centris analis</i> ; <i>Centris fuscata</i> ; <i>Centris inermis</i> ; <i>Centris</i> sp.	
							<i>Ceratina</i> sp.	
							<i>Exomalopsis analis</i>	
							<i>Frieseomelitta doederleini</i> ; <i>Frieseomelitta languida</i>	
							<i>Melipona quadrifasciata</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
							<i>Oxytrigona tataira</i>	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Trigona spinipes</i>	
						Halictidae	<i>Augochlora</i> sp.	
							<i>Augochloropsis</i> spp.	
							<i>Pseudaugochlora pandora</i>	
tomate	<i>Solanum lycopersicum</i> (Solanaceae)	pouca	273.772.600,00	abelhas; besouros; borboletas; formigas; hemípteros; moscas; vespas; outros	Coleoptera	Carabidae		Santos <i>et al.</i> 2009; 2011; 2014; Bartelli & Nogueira-Ferreira 2014; Deprá <i>et al.</i> 2014; Giannini <i>et al.</i> 2015a; Silva-Neto <i>et al.</i> 2017; Vinícius-Silva <i>et al.</i> 2017
						Cerambycidae		
						Chrysomelidae		
						Coccinellidae		
					Diptera	Asilidae		
						Bibionidae		
						Muscidae		
						Syrphidae		
						Tabanidae		
					Hemiptera	Coreidae		
						Pentatomidae		
						Scutelleridae		
					Hymenoptera	Andrenidae	<i>Acamptopoeum prinii</i>	
							<i>Oxaea flavescens</i>	
						Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus morio</i> ; <i>Bombus pauloensis</i> ; <i>Bombus</i> ssp.	
							<i>Centris aenea</i> ; <i>Centris fuscata</i> ; <i>Centris tarsata</i> ; <i>Centris varia</i> ; <i>Centris</i> spp.	
							<i>Epicharis flava</i> ; <i>Epicharis</i> sp.	
							<i>Euglossa</i> spp.	
							<i>Eulaema nigrita</i>	
							<i>Exomalopsis analis</i> ; <i>Exomalopsis auro-pilosa</i> ; <i>Exomalopsis fulvofasciata</i> ; <i>Exomalopsis minor</i> ; <i>Exomalopsis</i> ssp.	
							<i>Frieseomelitta</i> spp.	
							<i>Geotrigona subterranea</i>	
							<i>Melipona quinquefasciata</i> ; <i>Melipona</i> sp.	
							<i>Paratrigona lineata</i> ; <i>Paratrigona</i> sp.	
							<i>Partamona</i> sp.	
							<i>Plebeia</i> sp.	
							<i>Tetragona</i> sp.	
							<i>Tetragonisca angustula</i>	
							<i>Tetrapedia diversipes</i>	
							<i>Thygater analis</i>	
							<i>Trigona fulviventris</i> ; <i>Trigona fuscipennis</i> ; <i>Trigona spinipes</i>	
							<i>Xylocopa frontalis</i> ; <i>Xylocopa muscaria</i> ; <i>Xylocopa suspecta</i> ; <i>Xylocopa</i> ssp.	
						Chalcididae		

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
						Formicidae		
						Halictidae	Augochlora spp. <i>Augochloropsis callichroa; Augochloropsis cupreola; Augochloropsis electra; Augochloropsis smithiana; Augochloropsis spp.</i>	
							<i>Dialictus sp.</i>	
							<i>Halictus sp.</i>	
							Pseudaugochlora erythrogaster; Pseudaugochlora graminea; Pseudaugochlora indistincta; Pseudaugochlora ssp.	
						Scoliidae		
						Sphecidae		
						Vespidae		
					Lepidoptera	Lycaenidae		
						Nymphalidae		
						Papilionidae		
						Pieridae		
					Orthoptera	Romaleidae		
						Tettigoniidae		
trigo	<i>Triticum</i> spp. (Poaceae)	-	-	(vento)	-	-	-	Rech et al. 2014b
triticale	<i>Triticosecale rim-paii</i> (Poaceae)	sem incremento	-	-	-	-	-	-
tucumã	<i>Astrocaryum vulgare</i> (Arecaceae)	-	-	abelhas; besouros	Coleoptera	Curculionidae	Terires minusculus Baridinae spp.	Oliveira et al. 2003; Giannini et al. 2015a
						Nitidulidae	Mystrops spp.	
						Erirhinidae		
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Trigona sp.</i>	
umbu	<i>Spondias tuberosa</i> (Anacardiaceae)	essencial	8.250.750,00	abelhas; borboletas; moscas; vespas	Diptera	Sacrophagidae		Nadia et al. 2007; Almeida et al. 2011; Giannini et al. 2015a
					Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Centris fuscata</i>	
							<i>Frieseomelitta flavicornis; Frieseomelitta sp.</i>	
							<i>Plebeia sp.</i>	
							<i>Scaptotrigona postica</i>	
							<i>Trigona fuscipennis; Trigona sp.</i>	
							<i>Trigonisca pediculana</i>	
							Xylocopa spp.	
						Pompilidae		
						Vespidae	<i>Brachygastra lecheguana</i>	
							<i>Omicron sp.</i>	
							<i>Polistes canadensis</i>	
							<i>Polybia ignobilis; Polybia platycephala; Polybia ruficeps</i>	

Espécies vegetais relacionadas à produção de alimentos no Brasil (191 culturas estudadas quanto à polinização)				Visitantes florais associados (386 gêneros e 609 espécies identificadas)				
Culturas	Espécie (Família)	Dependência de polinização	Valor de polinização (R\$)	Grupos de polinizadores	Ordem	Família	Espécies	Referências
urucum	<i>Bixa orella</i> (Bixaceae)	modesta	12.663.750,00	abelhas; besouros; borboletas; formigas; hemípteros; moscas; outros			<i>Protonectarina sylveirae</i>	Costa <i>et al.</i> 2008; Carvalho <i>et al.</i> 2014; Bonfim <i>et al.</i> 2015; Giannini <i>et al.</i> , 2015a; Rocha & Polatto 2017
							<i>Protopolybia exigua</i>	
							<i>Zethus mexicanus</i>	
						Lepidoptera		
					Araneae	Salticidae		
					Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Altica</i> sp.	
						Melyridae	<i>Astylus</i> sp.	
					Diptera	Drosophilidae		
					Hemiptera	Pentatomidae	<i>Nezara</i> sp.	
						Reduviidae		
					Hymenoptera	Andrenidae	<i>Oxaea flavescens</i>	
						Apidae	<i>Apis mellifera</i>	
							<i>Bombus morio</i>; <i>Bombus</i> ssp.	
							<i>Centris aenea</i>; <i>Centris flavifrons</i>; <i>Centris obsoleta</i>; <i>Centris</i> ssp.	
							<i>Cephalotrigona capitata</i>	
							<i>Epicharis bicolor</i> ; <i>Epicharis flava</i>	
							<i>Eulaema nigrita</i>	
							<i>Exomalopsis analis</i> ; <i>Exomalopsis auropilosa</i> ; <i>Exomalopsis</i> sp.	
							<i>Melipona quadrifasciata</i>; <i>Melipona scutellaris</i>	
							<i>Paratrigona</i> sp.	
		<i>Partamona</i> sp.						
		<i>Schwarziana quadripunctata</i>						
		<i>Tetragonisca angustula</i> ; <i>Tetragonisca</i> sp.						
		<i>Trigona spinipes</i> ; <i>Trigona</i> sp.						
		<i>Xylocopa frontalis</i>; <i>Xylocopa</i> ssp.						
	Formicidae	<i>Cephalotes</i> sp.						
		<i>Solenopsis</i> sp.						
	Halictidae							
		<i>Augochloropsis</i> spp.						
	Lepidoptera							
uva	<i>Vitis labrusca</i> (Vitaceae)	pouca	106.380.100,00	abelhas; (vento)	Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	Nunes <i>et al.</i> 2016; Martignago <i>et al.</i> 2017
						Vespidae		
uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i> (Myrtaceae)	-	-	abelhas	Hymenoptera	Apidae		Gressler <i>et al.</i> 2006

COORDENAÇÃO EXECUTIVA BPBES

Maíra C. G. Padgurschi

REVISORES EXTERNOS

Blandina Felipe Viana
Ceres Belchior
Isabel Cristina Machado
Paulo Eugênio Oliveira
Roberta Nocelli
Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Maíra C. G. Padgurschi
Carlos A. Joly
Fabio R. Scarano

EDIÇÃO E REVISÃO DE TEXTO

Isabela de Lima Santos

PROJETO GRÁFICO

Lúcia Nemer
Martuse Fornaciari

FOTOGRAFIAS

Catalina Angel
Eduardo F. Moreira
Fabiana Oliveira da Silva
Jose Edmar Urano de Carvalho
Márcia Maués
Vivian Zambon

INFOGRÁFICOS

Bárbara Miranda [com o apoio do Projeto da Cooperação Brasil-Alemanha TEEB Regional-Local: Conservação da Biodiversidade através da Integração de Serviços Ecossistêmicos em Políticas Públicas e na Atuação Empresarial]

Copyright © 2019 Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). Todos os direitos desta obra são reservados e protegidos pela Lei 9.610, de 19/02/1998. É permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, para fins educacionais e sem finalidade lucrativa, desde que a fonte seja devidamente mencionada.

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

Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil [livro eletrônico] / Marina Wolowski...[et al.]. -- São Carlos, SP : Editora Cubo, 2019. 8,36 Mb ; PDF

Outros autores: Kayna Agostini, André Rodrigo Rech, Isabela Galarda Varassin, Márcia Maués, Leandro Freitas, Liedson Tavares Carneiro, Raquel de Oliveira Bueno, Hélder Consolaro, Luisa Carvalheiro, Antônio Mauro Saraiva, Cláudia Inês da Silva
Bibliografia.
ISBN 978-85-60064-83-0

1. Alimentos - Produção 2. Biodiversidade 3. Polinização 4. Relatórios
I. Wolowski, Marina. II. Agostini, Kayna. III. Rech, André Rodrigo. IV. Varassin, Isabela Galarda. V. Maués, Márcia. VI. Freitas, Leandro. VII. Carneiro, Liedson Tavares. VIII. Carvalheiro, Luisa. IX. Saraiva, Antônio Mauro. X. Silva, Cláudia Inês da.

19-24428

CDD-630

Índice para catálogo sistemático: 1. Polinização : Alimentos : Produção : Agricultura 630
Ficha catalográfica elaborada por Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Sugestão de Citação

BPBES/REBIPP (2019). Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil. Marina Wolowski; Kayna Agostini; André Rodrigo Rech; Isabela Galarda Varassin; Márcia Maués; Leandro Freitas; Liedson Tavares Carneiro; Raquel de Oliveira Bueno; Hélder Consolaro; Luisa Carvalheiro; Antônio Mauro Saraiva; Cláudia Inês da Silva; Padgurschi M. C. G. [Org.]. 1ª edição, Campinas, SP. 184 páginas. ISBN: 978-85-60064-83-0

Para mais informações, favor contatar

Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador
rebipp2016@gmail.com - www.rebipp.org.br



AUTORES

Marina Wolowski
Professora Adjunta da
Universidade Federal de
Alfenas

Kayna Agostini
Professora Adjunta da
Universidade Federal de São
Carlos

André Rodrigo Rech
Professor Adjunto da
Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e
Mucuri

Isabela Galarda Varassin
Professora Associada da
Universidade Federal do
Paraná

Márcia Maués
Pesquisadora da Embrapa
Amazônia Oriental

Leandro Freitas
Pesquisador do Jardim
Botânico do Rio de Janeiro

Liedson Tavares Carneiro
Pesquisador Colaborador
da Universidade Federal de
Alfenas

Raquel de Oliveira Bueno
Professora da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná

Hélder Consolaro
Professor Associado da
Universidade Federal de Goiás

Luisa Carvalheiro
Professora Adjunta da
Universidade Federal de Goiás

Antônio Mauro Saraiva
Professor Titular da
Universidade de São Paulo

Cláudia Inês da Silva
Pós-Graduada da
Universidade de São Paulo
e Coordenadora da Rede de
Catálogos Polínicos *online*

REVISORES EXTERNOS

Blandina Felipe Viana
Professora Titular da
Universidade Federal da Bahia

Ceres Belchior
Analista Ambiental do
Ministério do Meio Ambiente

Isabel Cristina Machado
Professora Titular da
Universidade Federal de
Pernambuco

Paulo Eugênio Oliveira
Professor Titular da
Universidade Federal de
Uberlândia

Roberta Nocelli
Professora Associada da
Universidade Federal de São
Carlos

Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca
Professora Titular Aposentada
da Universidade de São Paulo
e Pesquisadora do Instituto
Tecnológico Vale DS

COORDENAÇÃO EXECUTIVA

Maíra C. G. Padgurschi
Pesquisadora da Plataforma
Brasileira de Biodiversidade e
Serviços Ecossistêmicos

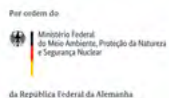


BPBES



REBIPP

APOIO



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE



PARCEIROS



ISBN 9788560064830



9 788560 064830