



POLINIZAÇÃO POR ABELHAS (HYMENOPTERA: APIDAE) EM CULTIVOS AGRÍCOLAS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

HELMO SANTOS PIRES; WESLEY LOPES VILELA; IGOR SOUZA RIBEIRO;
DENILSON DOS SANTOS SANTANA; ANDRÉ LUIS CELESTINO SANTOS

RESUMO

A interação mutualística entre plantas e abelhas, permite contextualizar a importância em que indivíduos de táxons distintos entre eixos evolutivos podem desempenhar funções essenciais nos nichos de produção agrícolas. Diante a esse aspecto, a polinização se torna a chave para aumentar de forma quantitativa e qualitativa os processos produtivos, garantindo que a capacidade de suporte dos recursos naturais desempenhe sobre os cultivares agrícolas. Neste sentido, o presente trabalho, objetivou realizar uma revisão sistemática da literatura acerca da polinização agrícola, buscando discutir informações compiladas da literatura científica, de modo a compreender de forma abrangente e atualizada o papel dos polinizadores na agricultura e os principais fatores que afetam a polinização de culturas agrícolas. Para esse trabalho utilizou-se uma revisão sistemática da literatura sobre polinização agrícola por abelhas, nas bases de dados eletrônicas, usando descritores em português e inglês e combinando-os com o operador booleano AND. A busca ocorreu entre fevereiro e maio de 2024, focando em publicações dos últimos dez anos. Incluíram-se artigos científicos, resumos expandidos, revisões de literatura, estudos de caso, informativos técnicos, monografias, dissertações e teses, os trabalhos selecionados foram organizados conforme subtemas e realizados leitura na íntegra para compor a revisão. Portanto, os estudos demonstraram que a polinização por abelhas aumenta consideravelmente a produtividade, rentabilidade e a qualidade das culturas agrícolas, melhorando características como tamanho, formato e peso dos frutos. A polinização por abelhas também é essencial para manter a diversidade genética das plantas, tornando os sistemas agrícolas mais resilientes. No entanto, as populações de polinizadores estão em risco devido a ameaças ambientais, tornando assim, crucial a adoção de práticas agrícolas que conservem os polinizadores, beneficiando tanto a agricultura quanto os ecossistemas.

Palavras-chave: Agricultura; Ecossistema; Biodiversidade agrícola; Sustentabilidade; Produtividade de culturas.

1 INTRODUÇÃO

A polinização é um serviço ecossistêmico de extrema importância para a manutenção da biodiversidade e o funcionamento saudável dos ecossistemas. Este processo essencial, realizado por uma variedade de polinizadores, incluindo insetos, aves e mamíferos, é responsável pela reprodução de cerca de 75% dos principais cultivos alimentares mundiais, que além de garantir a produção de alimentos, a polinização contribui para a reprodução vegetal, influenciando diretamente na disponibilidade de recursos, assim, não apenas fortalecendo a segurança alimentar global, mas também desempenhando um papel crucial na manutenção dos ecossistemas terrestres.

A polinização além de aumentar a quantidade e a qualidade das colheitas, ajuda a

manter a diversidade genética das plantas cultivadas, que é crucial para a resiliência dos sistemas agrícolas contra pragas e mudanças climáticas, e a reprodução de plantas silvestres, suportando a saúde dos ecossistemas e outros serviços ambientais vitais (Naban, 1997; MEA, 2003).

Nas últimas décadas, a importância dos polinizadores na agricultura tornou-se cada vez mais evidente, à medida que a dependência agrícola desses organismos aumentou globalmente. Tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, a necessidade de polinizadores tem crescido, no entanto, a agricultura nos países em desenvolvimento, representa mais de dois terços da produção agrícola mundial, é 50% mais dependente da polinização em comparação com a dos países desenvolvidos (Gallai *et al.*, 2009).

A polinização agrícola é realizada principalmente por insetos que, ao coletarem recursos das flores, facilitam a transferência de pólen entre elas, resultando em sua fecundação e, conseqüentemente, na reprodução de plantas (Klein, 2007), fazendo assim com que os agentes polinizadores se tornem fundamentais aos ecossistemas como um todo. A polinização é crucial para a reprodução e a manutenção da diversidade das espécies vegetais, que além de fornecer alimentos, impacta na qualidade da produção agrícola, a qual aproximadamente 75% das culturas e 80% das espécies de plantas com flores dependem da polinização cruzada, sendo as abelhas os principais polinizadores bióticos na natureza que realizam esse processo (Freitas, 2012).

Embora algumas plantas possam se reproduzir por autopolinização, a polinização cruzada é essencial para manter a diversidade genética, que cerca de 90% das plantas dependem de fatores bióticos para a troca genética entre indivíduos, entretanto, as populações e a diversidade de polinizadores estão em declínio global, o que pode comprometer os serviços que eles prestam à agricultura, afetando os benefícios que proporcionam à sociedade (Dicks, 2016).

Os insetos, especialmente as abelhas, desempenham uma importância fundamental como principais polinizadores da maioria das culturas agrícolas e de plantas silvestres. Contudo, os serviços de polinização que eles fornecem à agricultura e aos ecossistemas terrestres podem ser comprometidos por diversos fatores que impactam as populações de polinizadores, tanto selvagens quanto manejadas (Freitas *et al.*, 2009). Nos últimos anos, as atividades humanas têm sido incrivelmente prejudiciais para as populações de polinizadores, e essa tendência continua a se agravar, de modo que, diversas ações têm contribuído para o declínio desses importantes agentes polinizadores.

Conjuntamente, a fragmentação de habitats, aliada às mudanças climáticas, uso excessivo de agrotóxicos, poluição ambiental, têm alterado a distribuição populacional das abelhas, potencialmente reduzindo a polinização em certas áreas, isso destaca a debilidade desse serviço ecossistêmico na atualidade, ocasionado pela ação humana (Giannini, 2015).

Neste contexto, a dependência dos polinizadores reflete a intensificação da produção agrícola e a diversificação das culturas que exigem polinização para obter bons rendimentos, onde a agricultura é uma parte fundamental da economia e da subsistência das populações, destacando a importância da conservação desses ecossistemas para garantir a sustentabilidade da produção (Gallai *et al.*, 2009).

Neste sentido, o presente trabalho, objetivou realizar uma revisão sistemática da literatura acerca da polinização agrícola, buscando discutir informações compiladas da literatura científica, de modo a compreender de forma abrangente e atualizada o papel dos polinizadores na agricultura, os principais fatores que afetam a polinização de culturas agrícolas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho trata-se de um estudo descritivo realizado a partir de uma revisão

sistemática da literatura científica nacional e internacional construída a partir da busca e mapeamento de produções científicas disponíveis em bases eletrônicas acerca da polinização agrícola realizada por abelhas. A revisão sistemática baseia-se em métodos explícitos e sistemáticos que possibilitam a identificação, seleção e análise crítica de pesquisas e seu conteúdo (Botelho *et al.*, 2011).

Nessa perspectiva, a pesquisa foi realizada a partir do levantamento de registros de estudos anteriores sobre o tema, a partir de documentos digitais disponíveis em bancos de dados online. Para tal, realizou-se a definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados, em seguida foi feita uma avaliação desses estudos e interpretação dos resultados e elaboração da revisão.

A busca foi realizada nas bases de dados Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico e a Scientific Electronic Library Online (SciELO), através de combinações de descritores associados. As buscas nas bases de dados foram realizadas de fevereiro a maio de 2024, utilizando-se no levantamento, as publicações do recorte temporal dos últimos dez anos.

Na busca dos trabalhos foram utilizados os descritores: polinização agrícola, polinização na agricultura, polinização por abelhas em cultivos agrícolas, polinização entomófila e polinização cruzada. Para maior abrangência destes termos foi também realizada a busca destes descritores em inglês. Bem como, com a finalidade de refinar ainda mais as buscas pelos artigos, os termos foram associados ao operador booleano de intersecção AND.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: serem artigos científicos, resumos expandidos, revisões de literatura, estudos de caso, informativos técnicos, monografias, dissertações e teses que abordassem a temática que permeia a polinização agrícola realizada por abelhas e os critérios de exclusão foram os trabalhos que não abordassem a polinização por abelhas na agricultura.

Por meio das buscas realizadas nas bases de dados consultadas, foi realizada a revisão dos artigos, em que os trabalhos foram selecionados por títulos e resumos que satisfaziam os requisitos preliminares estabelecidos na revisão. Após a elaboração de um banco de dados com os artigos selecionados, realizou-se um fichamento para ordenamento das informações, de acordo com os subtemas definidos para composição do artigo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das buscas nos dois bancos de dados eletrônicos, acerca da polinização agrícola resultou na identificação inicial de 376 publicações. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, 22 artigos foram selecionados para a leitura do resumo, a partir dessa triagem, 5 artigos foram excluídos devido à duplicidade dos trabalhos e 17 das publicações foram selecionadas para leitura na íntegra. Estes artigos foram examinados detalhadamente quanto aos métodos de pesquisa, resultados e conclusões, a fim de sintetizar o estado atual do conhecimento na área.

Os artigos revisados abordaram diversos aspectos da polinização agrícola, incluindo a contribuição dos polinizadores para o rendimento das culturas, a diversidade de polinizadores em diferentes sistemas agrícolas e os impactos de práticas agrícolas nos agentes polinizadores.

Os resultados desta revisão sistemática da literatura evidenciam a importância dos polinizadores para a produção agrícola e a segurança alimentar global, além de ressaltar que a perda de polinizadores, seja por práticas agrícolas intensivas ou por degradação ambiental, ações estas que podem levar a reduções significativas na produtividade de culturas de interesse agrícola, demonstrando que se faz necessária a adoção de práticas agrícolas que promovam a conservação de ambientes naturais e a redução do uso de agrotóxicos.

Os estudos mostraram que a diversidade e a presença das abelhas polinizadoras se fazem essenciais para a estabilidade dos rendimentos agrícolas, bem como a presença de

diferentes espécies de abelhas pode compensar as variações sazonais e ambientais, garantindo a polinização eficaz mesmo em condições adversas e em diferentes cultivos (Grande, 2018).

Resultados dos estudos revisados indicam que a polinização realizada pelas abelhas aumenta significativamente a produção agrícola (Torezani, 2015; Camacho, 2003), ou seja, há um aumento na produção de culturas como frutas, vegetais e oleaginosas quando a polinização é adequadamente realizada.

A conservação de polinizadores tem emergido como um tema central nos estudos revisados. As estratégias sugeridas incluem a criação de corredores ecológicos, a redução do uso de pesticidas nocivos e a promoção de práticas agrícolas que favoreçam a biodiversidade. Além disso, alguns estudos ressaltam a importância de práticas de manejo amigáveis aos polinizadores.

Melo (2014), em estudos no cultivo comercial de girassol (*Helianthus annuus*), demonstrou que o aumento da quantidade de abelhas, tanto nativas quanto introduzidas, promove um incremento na produtividade e na qualidade das sementes produzidas em uma mesma área. Considerando que as abelhas são os principais polinizadores do girassol, sua presença é essencial para a manutenção da lucratividade do cultivo.

Já em estudos de polinização realizado na cultura de fisális (*Physalis peruviana*), Pavanelo e Pinheiro (2015), descreve que mesmo o fisális sendo uma planta que, apesar de ser capaz de realizar autopolinização e autofecundação, obtém maior benefício econômico pela polinização cruzada realizada por abelhas, onde observou-se que os frutos formados por polinização aberta demonstraram ser 35% mais pesados, com diâmetro e altura 17% maiores, além de apresentarem 56% mais sementes em comparação com o tratamento de autopolinização espontânea, demonstrando que a polinização cruzada contribui para uma maior qualidade dos frutos de fisális.

Silva Júnior (2016), avaliando o processo de polinização por abelhas em carambolas (*Averrhoa carambola* L.), constatou-se que a polinização realizada pela visita da abelha *Apis mellifera* resultou em uma significativa taxa de frutificação em comparação com outras formas de polinização empregadas. Apesar da diversidade de táxons de insetos que visitam as flores da caramboleira, a abelha *Apis mellifera* demonstrou ser o polinizador mais eficaz, promovendo uma maior taxa de frutificação em relação a todos os outros tratamentos de polinização utilizados neste estudo. Este comportamento destaca a eficiência das abelhas *Apis mellifera* como polinizadora dessa cultura, evidenciando seu potencial de produção de frutos em cultivos de carambolas.

O cultivo do tomateiro, (*Solanum lycopersicum* L.) é reconhecido por sua capacidade de autopolinização, dispensando, em princípio, a necessidade direta do auxílio de polinizadores como as abelhas para sua reprodução. No entanto, Carvalho (2017), têm demonstrado que a polinização realizada por abelhas pode influenciar significativamente a qualidade dos frutos produzidos, os dados obtidos demonstram que a presença e atividade das abelhas nativas contribuem para a melhoria da qualidade dos frutos, resultando em características como tamanho, formato, peso e teor de nutrientes mais favoráveis.

Quando ao cultivo de mirtilo (*Vaccinium myrtillus* L), Araújo (2018), evidenciou que a prática da polinização cruzada, mediada pelas abelhas, desempenha um papel significativo na otimização da produtividade dessa cultura, promovendo uma maior fertilização e consequente aumento na quantidade e qualidade dos frutos produzidos.

Outro assim, Foresti (2018) em estudos na cultura do maracujá (*Passiflora edulis* L.) verificou que a polinização realizada por abelhas na visitação floral é crucial para manter alta produtividade e baixos custos com a polinização artificial, que embora útil, demanda mão de obra adicional, o que pode aumentar os custos, além de que o manejo agroecológico, caracterizado pela diversificação de cultivos e pela criação de um ambiente favorável à presença de agentes polinizadores, tem um impacto significativo na riqueza e diversidade de

abelhas, promovendo uma alta porcentagem de produção nas áreas estudadas.

Igualmente, Paiva (2023), também investigando as espécies de maracujá, cultivo que apresenta hercogamia, protandria e autoincompatibilidade, ou seja, características morfológicas e fisiológicas que impedem a autopolinização, exigindo a mediação de um agente polinizador biótico para a transferência de pólen entre flores de diferentes plantas, essencial para a frutificação e formação de sementes, constatou que a polinização realizada pelas abelhas é fundamental para a produção de frutos, obtendo resultados satisfatórios em seu estudo, evidenciando a importância das abelhas a polinização da cultura e consequentemente para o aumento da produção.

Bragaia, (2022), em estudos com o fruto do café (*Coffea sp. L.*), observou que a polinização feita pelas abelhas *Apis mellifera* tem um impacto positivo na qualidade e na produtividade dos frutos do café, o que contribui para o fortalecimento econômico e também foi constatado que a presença de diferentes espécies de abelhas polinizadoras pode melhorar ainda mais a qualidade dos frutos, e em seu estudo os resultados revelam que a polinização realizada pelas abelhas é uma estratégia eficaz para aumentar a produção em sistemas de manejo agroecológico e orgânico de café. O fruto do cafeeiro é uma commodity significativa no comércio nacional e internacional, e o Brasil é o maior exportador de grãos de café, e, nesse contexto, a presença de polinizadores, como as abelhas, é crucial para garantir maior produtividade e qualidade dos grãos, atendendo, assim, à demanda do mercado (Peruzzolo *et al.*, 2019).

4 CONCLUSÃO

Os estudos demonstraram que a polinização realizada por abelhas em culturas agrícolas aumenta exponencialmente a produtividade e a qualidade dos cultivos. Os estudos revisados destacam que a presença e a atividade das abelhas promovem significativos aumentos na produção de diversas culturas, como girassol, fisális, carambola, tomate, mirtilo, maracujá e café, influenciando positivamente características como tamanho, formato, peso, teor de nutrientes e qualidade dos frutos.

Além disso, a polinização por abelhas tem sido apontada como essencial para a manutenção da diversidade genética das plantas cultivadas, tornando os sistemas agrícolas mais resilientes contra pragas, doenças e mudanças climáticas devido a variabilidade genética resultante da polinização cruzada intermediada pelas abelhas. Todavia, os estudos também ressaltam que as populações e a diversidade de polinizadores estão em redução devido a diversas ameaças ambientais.

Em vista disso, torna-se imprescindível adotar práticas agrícolas que favoreçam a conservação dos polinizadores, como a criação de corredores ecológicos, a redução do uso de pesticidas nocivos e a promoção de sistemas agroecológicos que valorizem a biodiversidade, essas estratégias não apenas beneficiam os polinizadores e a agricultura, mas também contribuem para os ecossistemas e outros serviços ambientais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. F. D. **A polinização de mirtilo (*Vaccinium corymbosum L. var. Southern Highbush*), uma cultura de clima temperado introduzida em ambiente tropical.** Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2018.

BOTELHO, L. L. R.; DE ALMEIDA CUNHA, C. C.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BRAGAIA, I. M. de S. **A importância econômica da polinização em culturas de café no**

manejo agroecológico brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"(Unesp), Rio Claro, 2022.

CAMACHO, J. C. B. **Estudos sobre a eficiência da polinização por *Apis mellifera* L. e insetos nativos na produção de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog.** Tese de Doutorado (Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2003.

CARVALHO, R. S. T. B. **A polinização por *Apis mellifera* e a qualidade de frutos em *Solanum lycopersicum* (Solanaceae).** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

DICKS, L. V; VIANA, B.; BOMMARCO, R.; BROSI, B.; ARIZMENDI, M. del C.; CUNNINGHAM, S. A; GALETTO, L.; HILL, R.; LOPES, A. V; PIRES, C.; TAKI, H.; POTTS, S. G. Ten policies for pollinators: What governments can do to safeguard pollination services? **Science**, v. 354, n. 6315, p. 975-976, 2016.

FORESTI, A. C. **Diversidade de insetos e eficiência de polinização em pomares de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Deg) (Malpighiales: Passifloraceae).** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MEDINA, L. M.; KLEINERT, A. M. P.; GALETTO, L.; NATES-PARRA, G. & QUEZADA-EUAN, J. J. G. “Diversity, Threats and Conservation of Native Bees in the Neotropics”. **Apidologie**, 40(3): 332-346, 2009.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**, v. 1, p. 103-118, 2012.

GALLAI, N.; SALLES, J.; SETTELE, J. & VAISSIERE, B. “Economic Valuation of the Vulnerability of World Agriculture Confronted with Pollinator Decline”. **Ecological Economics**, 68(3): 810-821, 2009.

GIANNINI, T. C. Safeguarding Ecosystem Services: A Methodological Framework to Buffer the Joint Effect of Habitat Configuration and Climate Change. **PLOS ONE**, v. 10, n. 6, p. e0129225, 2015.

GRANDE, C. **Avaliação da recuperação de uma área degradada com espécies arbóreas melíferas.** Tese de Doutorado (Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2018.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 274, p. 1608, p. 303–313, 2007.

MEA (Millenium Ecosystem Assessment). *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Washington DC: **Island Press**, 2003.

NABAN, G. P.; BUCHMANN, S. L. Services provided by pollinators. In: DAILY, G. C.

(org.), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: **Island Press**, 1997.

PAIVA, L. F. **Como o aumento de temperatura devido às mudanças climáticas pode comprometer o serviço de polinização da abelha Mamangava *Xylocopa frontalis* na cultura do maracujá (*Passiflora spp.*)** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

PAVANELO, A. M.; PINHEIRO, M. T. **ANÁLISE PRELIMINAR DO EFEITO DE DIFERENTES MODOS DE POLINIZAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE *PHYSALIS PERUVIANA L.* (SOLANACEAE)**. SEPE-Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS, v. 5, 2015.

PERUZZOLO, M.C.; CRUZ, B.C.; RONQUIN, L. Polinização e produtividade do café no Brasil. **Pubvet**, 13(04) 2019.

SILVA JÚNIOR, C. G. **Polinização na caramboleira (*Averrhoa carambola L.*) por *Apis mellifera L.* : requerimentos da cultura e eficiência do polinizador**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, PE, 2016.

TOREZANI, K. R. de S. **Polinização da aboboreira (*Cucurbita pepo L.*): um estudo sobre a comunidade de abelhas em sistemas orgânicos e convencionais de produção no Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

TORRES, A. M.; JUNIOR, V. V. A. Análise quantitativa da abelha *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 na Fazenda Experimental da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 8, p. 10030-10043, 2023.