

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB

ROGÉRIO NUNES DE SÁ

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE POLINIZADORES COM
ÊNFASE EM ABELHAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

PAULO AFONSO

2025

ROGÉRIO NUNES DE SÁ

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE POLINIZADORES COM
ÊNFASE EM ABELHAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade do Estado da
Bahia (UNEB) como requisito parcial para
obtenção de diploma de Licenciatura em
Biologia do curso de Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Eliane Maria de
Souza Nogueira

PAULO AFONSO

2025

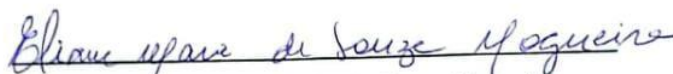
ROGÉRIO NUNES DE SÁ

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE
POLINIZADORES: CONSEQUÊNCIAS PARA A
BIODIVERSIDADE E A SEGURANÇA ALIMENTAR**

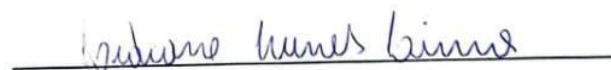
Trabalho de conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora do
Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas da Universidade do Estado
da Bahia – *Campus VIII*, para
obtenção do grau de licenciado em
Ciências Biológicas.

Data da aprovação: 29/07/2025

Banca Examinadora:



Prof.^a. Dra. Eliane Maria de Souza Nogueira
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
(Orientadora e Presidente da Banca)



Prof.^a. Dra. Lidiane Nunes Lima
Instituto Federal da Bahia - IFBA
(Examinadora)



Prof.^a. Dra. Wbaneide Martins de Andrade
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
(Examinadora)

PAULO AFONSO – BAHIA

2025

Dedico este trabalho a Deus, à minha família e aos meus amigos. Vocês foram essenciais nesta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha mais sincera e profunda gratidão a Deus, que me concedeu forças nos momentos de dificuldade, coragem para enfrentar os obstáculos e serenidade para seguir firme nesta jornada. Sua presença foi fonte constante de esperança e inspiração, iluminando meu caminho e me dando confiança para jamais desistir.

Não poderia deixar de expressar minha mais profunda gratidão à minha namorada, Thyara Ravelly, que foi a melhor parceira que eu poderia ter. Sua presença constante, paciência, carinho e palavras de incentivo foram fundamentais para que eu mantivesse a motivação e a serenidade ao longo deste percurso. Sua companhia tornou cada momento mais leve e especial, e seu apoio incondicional foi essencial para que eu pudesse superar os desafios e chegar até aqui. A você, meu mais sincero obrigado por acreditar em mim mesmo quando eu duvidava, e por caminhar ao meu lado com tanto amor e dedicação.

Agradeço, de todo o coração, à minha família, que foi e sempre será um dos maiores pilares da minha vida. Seu amor incondicional, paciência, compreensão e apoio inabalável estiveram presentes em cada etapa deste processo, oferecendo-me forças mesmo nos momentos mais desafiadores. Foram vocês que me ensinaram a importância da perseverança e me lembraram, todos os dias, do valor dos sonhos.

Aos meus amigos João Pedro, Gustavo, Adylson, Hildson, Junior, Victor, Thomas, Luana, Vanessa, Daiane, Jefferson, Felipe, Mikael e Beatriz, registro minha imensa gratidão pela amizade verdadeira, pelo companheirismo constante e pelos momentos de alegria e descontração que tornaram essa caminhada muito mais leve e prazerosa. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada demonstração de carinho foram fundamentais para que eu mantivesse o ânimo e a confiança para seguir em frente.

Agradeço, ainda, à minha orientadora, Professora Eliane Maria de Souza Nogueira, por sua dedicação incansável, paciência e valiosa orientação ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência, compromisso com a educação e generosidade em compartilhar seus conhecimentos foram essenciais para que este projeto se concretizasse com qualidade e profundidade. Sua orientação foi mais do que técnica; foi também um exemplo de profissionalismo e humanidade, que levarei comigo para sempre.

As pessoas dizem que estou lutando pelo
clima para o meu futuro. Mas não estou
lutando apenas pelo meu futuro, estou
lutando pelo futuro de todos
(Greta Thunberg ,2019).

RESUMO

As mudanças climáticas vêm causando impactos profundos sobre polinizadores como abelhas, borboletas e outros insetos, com reflexos diretos na biodiversidade e na segurança alimentar. Tendo isso em vista, este trabalho tem como objetivo analisar os efeitos das alterações climáticas sobre os polinizadores, principalmente as abelhas, além de compreender as implicações dessas mudanças para a produtividade agrícola e a estabilidade dos ecossistemas. Para isso, realizou-se uma revisão integrativa da literatura, abrangendo 19 estudos publicados entre 2020 e 2025, selecionados em bases como Google Acadêmico, SciELO e repositórios institucionais de universidades brasileiras, utilizando critérios de relevância, atualidade e consistência científica. Os estudos revelaram uma tendência de declínio populacional dos polinizadores associado ao aumento das temperaturas, alterações nos regimes de precipitação, maior frequência de eventos climáticos extremos e uso intensivo de agrotóxicos. Essa redução ameaça a sincronia entre o ciclo reprodutivo das plantas e a atividade dos polinizadores, diminuindo a produção de sementes e frutos, comprometendo a renda de agricultores familiares e a oferta de alimentos diversos e nutritivos. A pesquisa evidenciou que práticas agroecológicas, a conservação de habitats naturais, o fortalecimento da agricultura familiar e a valorização dos conhecimentos tradicionais são estratégias promissoras para mitigar os impactos negativos das mudanças climáticas sobre os polinizadores. Além disso, enfatizou-se a importância de políticas públicas integradas, que reconheçam o valor econômico e ecológico da polinização como serviço essencial para a segurança alimentar. Desta forma, conclui-se que a preservação dos polinizadores não se limita a uma questão ambiental, mas constitui medida estratégica para assegurar a resiliência dos sistemas alimentares, a conservação da biodiversidade e o direito humano à alimentação adequada, sendo urgente a adoção de ações intersetoriais que integrem ciência, gestão ambiental e participação comunitária para enfrentar os desafios impostos pela crise climática.

Palavras-chave: mudanças climáticas; polinizadores; biodiversidade; segurança alimentar; agroecologia.

ABSTRACT

Climate change has been causing profound impacts on pollinators such as bees, butterflies, and other insects, with direct consequences for biodiversity and food security. In this context, this study aims to analyze the effects of climate change on pollinators, with a particular focus on bees, as well as to understand the implications of these changes for agricultural productivity and ecosystem stability. To achieve this, an integrative literature review was conducted, covering 19 studies published between 2020 and 2025, selected from Google Scholar, SciELO, and institutional repositories of Brazilian universities, based on criteria of relevance, timeliness, and scientific consistency. The studies revealed a trend of pollinator population decline associated with rising temperatures, changes in precipitation patterns, increased frequency of extreme weather events, and the intensive use of pesticides. This reduction threatens the synchrony between plant reproductive cycles and pollinator activity, decreasing seed and fruit production, and consequently affecting the income of family farmers and the supply of diverse and nutritious foods. The research highlighted that agroecological practices, habitat conservation, strengthening of family farming, and the valorization of traditional knowledge are promising strategies to mitigate the negative impacts of climate change on pollinators. In addition, the importance of integrated public policies that recognize the economic and ecological value of pollination as an essential service for food security was emphasized. Therefore, it is concluded that the preservation of pollinators is not limited to an environmental issue but constitutes a strategic measure to ensure the resilience of food systems, biodiversity conservation, and the human right to adequate food, making it urgent to adopt cross-sectoral actions that integrate science, environmental management, and community participation to face the challenges posed by the climate crisis.

Keywords: climate change; pollinators; biodiversity; food security; agroecology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3 METODOLOGIA	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Polinizadores: agentes invisíveis da produção de alimentos.....	24
4.2 Declínio de abelhas e biodiversidade	27
4.3 Estratégias de mitigação e adaptação que possam ser adotadas para preservar os polinizadores diante das mudanças climáticas	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O impacto das mudanças climáticas sobre os polinizadores ganhou importância devido à sua profunda conexão com a biodiversidade e a segurança alimentar global. Polinizadores como abelhas, borboletas e outros insetos desempenham um papel crucial na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, garantindo a reprodução de diversas espécies de plantas e a produção de alimentos essenciais para o consumo humano. No entanto, a mudança nos padrões climáticos e o aumento da frequência de eventos ambientais extremos têm causado alterações nos habitats naturais desses polinizadores, o que afeta diretamente sua sobrevivência e, conseqüentemente, a dinâmica dos ecossistemas.

Nesse sentido, a compreensão a respeito dos efeitos das mudanças climáticas sobre os polinizadores é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo sustentável, uma vez que a diminuição da população desses seres vivos pode levar a sérias conseqüências para a agricultura e para a segurança alimentar, como a redução da produtividade de culturas alimentares importantes, prejuízos na disponibilidade de alimentos e a qualidade de vida de milhões de pessoas ao redor do mundo. Além disso, a perda de polinizadores, principalmente das abelhas, compromete gravemente a diversidade genética das plantas, prejudicando a resiliência de ecossistemas naturais e agrícolas.

De acordo com Wolowski *et al.* (2021), grande parte das culturas alimentares que sustentam a dieta humana depende da ação dos polinizadores, isto evidencia que a redução dessas populações representa não apenas uma ameaça ecológica, mas também um risco direto à produção de alimentos e à segurança alimentar.

Mediante o exposto, esta pesquisa pretende questionar: como as mudanças climáticas afetam os polinizadores, com ênfase nas abelhas, e quais são as implicações dessas alterações para a biodiversidade e a segurança alimentar? Para responder a esta problemática pretende-se, através do estudo bibliográfico de artigos científicos e outros trabalhos acadêmicos, investigar como as mudanças nos padrões climáticos (temperatura, precipitação, eventos extremos) afetam a distribuição, abundância e comportamento dos principais polinizadores, com destaque especial para as abelhas, além de identificar as relações ecológicas entre polinizadores e as espécies vegetais, elencando a importância desses organismos para a manutenção da biodiversidade, avaliar os efeitos da redução dos serviços de polinização na

produtividade agrícola e suas consequências para a segurança alimentar e discutir estratégias de mitigação e adaptação que possam ser adotadas para preservar os polinizadores diante das mudanças climáticas.

A pesquisa se justifica pela urgência em não apenas discutir, mas também em apontar caminhos concretos de ação em defesa da natureza. Nesse sentido, compreender os efeitos das mudanças climáticas sobre os polinizadores permite indicar estratégias de mitigação e adaptação, como o incentivo à agroecologia, a recuperação de habitats degradados, o fortalecimento da agricultura familiar e a formulação de políticas públicas integradas. Tais medidas representam formas práticas de atuação que podem reduzir os impactos, protegendo tanto a biodiversidade quanto a segurança alimentar. Além disso, é possível contribuir também para a formulação de políticas públicas e práticas agrícolas mais conscientes.

A estrutura do trabalho, inicia-se pelo referencial teórico, evidenciando os pesquisadores e as pesquisadoras que colaboraram para a discussão da temática, em seguida, apresenta a metodologia, que se trata de uma revisão bibliográfica integrativa, abordagem metodológica que permitiu a seleção e sistematização dos trabalhos relevantes, publicados em diferentes períodos e plataformas, na sequência elenca os resultados e discussão divididos em três tópicos que discutem a respeito dos polinizadores e a produção agrícola, o declínio das abelhas e estratégias para mitigar os impactos das mudanças climáticas sobre esses seres, por fim, a discussão é encerrada com as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Paiva; Souza; Rodrigues (2025, p. 2),

Os eventos extremos de calor têm se tornado mais frequentes, enquanto os de frio vêm diminuindo. Com o aumento contínuo das temperaturas globais, a ocorrência de ondas de calor tende a crescer ainda mais, mesmo que o aquecimento seja limitado a níveis considerados aceitáveis para evitar impactos severos.

Diante disso, a perspectiva de que a produção de alimentos precisa estar alinhada às condições ecológicas locais, e a agroecologia se mostra uma saída promissora para esse desafio. Nesse sentido, Maureen Santos (2022) argumenta que a construção de sistemas alimentares justos deve se basear nos princípios da soberania alimentar, reconhecendo o protagonismo de povos e comunidades tradicionais. A autora também observa que as populações mais afetadas pelas alterações no clima são justamente aquelas que mais dependem de sistemas alimentares locais e biodiversos, como povos tradicionais e agricultores familiares, sendo essa vulnerabilidade associada à falta de políticas adaptativas e à dependência de serviços ecossistêmicos ameaçados

Segundo o Painel Brasileiro da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (2021, p. 39), "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, essa contribuição também se reflete em termos econômicos: "Em níveis mais elevados, a polinização também apresenta valores expressivos para alguns países" (Silva; Carvalheiro, 2021, p. 168).

Entre as alternativas sustentáveis mais discutidas na literatura, destacam-se a diversificação das lavouras, o fortalecimento da agricultura familiar e a conservação de áreas naturais, estratégias que favorecem a biodiversidade e aumentam a resiliência dos sistemas alimentares frente às mudanças climáticas.

Além disso, Fogaça (2022, p. 22) alerta que:

com as mudanças climáticas a sincronia polinizador-planta foi afetada, ocasionando floração adiantada. Para isso as abelhas desenvolveram o mecanismo de danificarem as folhas das plantas para acelerar a produção de flores, esse mecanismo também está altamente relacionado com a disponibilidade de pólen.

Essa quebra de sincronia compromete diretamente a eficiência da polinização e, por consequência, a produtividade agrícola e a estabilidade ecológica. Isso revela como as mudanças, aparentemente pequenas, no clima podem gerar desequilíbrios complexos em toda a cadeia alimentar.

Nessa direção é essencial entender o que são esses polinizadores; destaque-se, neste trabalho, as abelhas, que são organismos que desempenham funções ecológicas vitais para a manutenção da biodiversidade. Elas pertencem à ordem *Hymenoptera* e são consideradas os principais polinizadores da natureza. Durante a pesquisa, ficou claro que seu papel vai muito além da produção de mel. Visitando flores em busca de alimento, as abelhas transportam grãos de pólen entre as plantas, promove e garante o cruzamento da variabilidade genética dentro das espécies vegetais.

Segundo Bertolini *et al.* (2023), a diversidade de abelhas sem ferrão desempenha um papel fundamental nos biomas brasileiros, particularmente na manutenção da vegetação nativa e na produtividade agrícola agroecológica. Os autores enfatizam que o desaparecimento dessas espécies ameaça os meios de subsistência das populações que delas dependem. Essa observação levou a analisar mais de perto como essas pequenas criaturas sustentam silenciosamente os ecossistemas.

Em suma, o estudo das abelhas e da polinização revela um universo complexo onde biologia, economia, cultura e política se entrelaçam. Entender o que as abelhas são e o que elas fazem é, na verdade, compreender o funcionamento de todo o sistema que sustenta a vida. Este arcabouço teórico visa lançar luz sobre essa compreensão, baseando-se em autores que reconhecem os polinizadores como um elo vital entre os mundos natural e humano.

3 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, com foco na interpretação crítica da literatura científica recente. O objetivo não é quantificar dados, mas compreender as diversas abordagens, argumentos e reflexões apresentadas por pesquisadores que examinam o impacto das mudanças climáticas sobre os polinizadores. Essa escolha metodológica é consistente com a perspectiva adotada por Paiva; Souza; Rodrigues (2025), que analisam as ameaças climáticas em múltiplas dimensões ecológica, social e econômica levando em consideração as complexas interações entre o meio ambiente e a sociedade. Portanto, este trabalho visa interpretar os significados atribuídos aos polinizadores e à polinização no contexto das mudanças climáticas, destacando os aspectos ecológicos, nutricionais e culturais presentes nos textos analisados.

Os dados foram obtidos por meio de uma revisão bibliográfica integrativa, que é considerada a forma mais abrangente de revisão de literatura, pois permite a inclusão de diferentes metodologias (quantitativas e qualitativas), possibilitando a síntese do conhecimento já produzido e a análise crítica dos resultados disponíveis sobre determinado fenômeno. Esse tipo de revisão, além de reunir evidências teóricas e empíricas, contribui para orientar a prática científica e fundamentar novas pesquisas (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

A seleção dos trabalhos foi realizada a partir de critérios de relevância temática e acesso aberto, incluindo produções científicas, relatórios técnicos, dissertações e teses. Foram consultadas bases de dados como *Google Scholar*, *SciELO*, *DOAJ*, repositórios institucionais e periódicos especializados. As palavras-chave utilizadas nas buscas foram: mudanças climáticas e polinizadores, declínio de abelhas e biodiversidade, segurança alimentar e polinizadores.

O intervalo de tempo considerado para a seleção dos artigos foi de 2020 a 2025. A escolha desse recorte justifica-se pelo interesse em compreender como as pesquisas sobre mudanças climáticas e polinizadores foram desenvolvidas no período pós-pandemia de COVID-19, contexto marcado por transformações sociais, econômicas e ambientais significativas. Além disso, a pandemia impulsionou debates sobre segurança alimentar, sustentabilidade e conservação da biodiversidade, aspectos diretamente relacionados à problemática deste estudo. Dessa forma, a

delimitação temporal buscou garantir maior atualidade às evidências analisadas, refletindo os desafios e avanços científicos mais recentes sobre o tema.

Foram selecionados 25 artigos e, após a leitura dos resumos e das considerações finais, foram considerados para o estudo 19 artigos. Após a seleção, cada artigo foi lido integralmente e analisado quanto a seus objetivos, metodologia, resultados e contribuições. As informações extraídas foram organizadas em fichamentos temáticos e utilizadas para compor o referencial teórico. O quadro abaixo apresenta as etapas metodológicas adotadas nesta pesquisa:

Quadro 1 - Etapas metodológicas

Etapas	Descrição
1 - Definição do tema e problemática	Impactos das mudanças climáticas sobre polinizadores com ênfase em abelhas: uma revisão integrativa Como as mudanças climáticas afetam os polinizadores e quais são as implicações dessas alterações para a biodiversidade e a segurança alimentar?
2 - Critérios de inclusão e exclusão	Inclusão: artigos de 2020–2025, em português, gratuitos e pertinentes ao tema. Exclusão: duplicados, fora do recorte temporal ou em idiomas estrangeiros.
3 - Busca nas bases de dados	<i>Google Acadêmico</i> , <i>SciELO</i> , <i>DOAJ</i> , <i>ResearchGate</i> e repositórios institucionais.
4 - Leitura exploratória	Seleção inicial com base em títulos, resumos e objetivos dos estudos.
5 - Leitura analítica e fichamento temático	Leitura completa dos textos selecionados e registro dos dados relevantes.

6- Síntese e interpretação crítica dos dados	Identificação de padrões, convergências e divergências nos resultados analisados com base na interpretação dos conteúdos relacionados a polinização e mudanças climáticas.
---	--

Fonte: Sá (2025)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a verificação dos artigos que foram selecionados, foi revelado um cenário preocupante com relação direta à vulnerabilidade dos polinizadores frente às mudanças climáticas e a sua implicância para a segurança alimentar. Os autores apresentados no quadro abaixo evidenciam os maiores problemas que as alterações no clima estão ocasionando no meio ambiente, principalmente com ênfase nos organismos mais importantes para a alimentação humana.

O Quadro 2 apresenta uma síntese dos trabalhos utilizados:

Quadro 2 – Síntese dos trabalhos utilizados

Nº	Tipo de Documento	Ano	Origem/Autoria	Descrição
1	Artigo Científico	2023	Amaral e Carniatto	Análise bibliométrica que mostra o crescimento de pesquisas sobre o declínio de abelhas e destaca os principais fatores de ameaça, como agrotóxicos, doenças e mudanças climáticas.
2	Artigo Científico	2024	Santos <i>et al.</i>	Discute as limitações da tecnologia como substituta dos polinizadores naturais, argumentando que a preservação das abelhas é indispensável para manter a produtividade agrícola.
3	Relato de Experiência	2021	Gonçalves <i>et al.</i>	Relato de experiência sobre projetos de

				educação ambiental voltados à importância dos polinizadores no ambiente escolar, com foco na sensibilização de alunos.
4	Relatório Técnico	2024	ICMBio/MMA	Plano de Ação Nacional que estabelece diretrizes para a conservação de insetos polinizadores no Brasil, com foco em políticas públicas e espécies ameaçadas.
5	Artigo Científico	2024	Silva <i>et al.</i>	Apresenta os impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar no Brasil, com base em relatórios do IPCC, destacando populações vulneráveis.
6	Artigo Científico	2021	Silva e Carvalheiro	Estima o valor econômico da polinização para a agricultura brasileira e propõe que esse valor seja incorporado nas políticas públicas de conservação.
7	Artigo Científico	2023	Bertolini <i>et al.</i>	Foca nas abelhas sem ferrão como polinizadoras essenciais, ressaltando sua relevância para a produção de alimentos e a segurança alimentar.
8	Relatório Técnico	2021	Wolowski <i>et al.</i>	Relatório técnico que apresenta dados sobre o

				papel dos polinizadores na produção agrícola e na biodiversidade brasileira, com recomendações de manejo.
9	Artigo Científico	2022	Santos; Maureen	Debate como mudanças climáticas ameaçam a soberania alimentar, defendendo práticas agroecológicas e o fortalecimento da agricultura familiar.
10	Artigo Científico	2022	Duarte, Rubens	Discorre sobre mudanças climáticas e justiça ambiental, abordando o impacto das políticas públicas e vulnerabilidades sociais em relação ao clima.
11	Trabalho de Conclusão de Curso	2024	Bueno, C.R.	TCC que investiga como a agricultura diversificada e o manejo ecológico podem favorecer polinizadores em pequenas propriedades rurais.
12	Artigo Científico	2025	Paiva, Souza e Rodrigues	Discorre sobre os riscos das mudanças climáticas para a segurança alimentar, propondo estratégias de adaptação e políticas públicas integradas.

13	Artigo Científico	2022	Santos <i>et al.</i>	Mostra como as mudanças climáticas agravam o declínio das abelhas e aponta medidas para mitigação dos impactos, com ênfase na conservação ambiental.
14	Trabalho Acadêmico	2022	Fogaça, T. M.	Analisa como alterações no clima afetam a sincronia entre floração de plantas e ciclo dos polinizadores, comprometendo a eficiência da polinização.
15	Relatório Técnico	2021	Tavora e França	Relatório do Senado que discute os impactos das mudanças climáticas na agropecuária brasileira, incluindo os riscos para a produção de alimentos.
16	Tese de Doutorado	2020	Brandão, S. V.	Tese de doutorado que trata de governança e segurança alimentar em tempos de crise climática, com foco no Brasil.
17	Dissertação de Mestrado	2023	Paiva, L. F.	Dissertação sobre a abelha mamangava <i>Xylocopa frontalis</i> e os efeitos do calor extremo em seu comportamento, sugerindo impactos ecológicos e econômicos.

18	Artigo Científico	2023	Lawson <i>et al.</i>	Discorre sobre emergência climática e polinizadores sob uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), propondo maior interdisciplinaridade.
19	Artigo Científico	2021	Luccàs, Santos e Furlanetti	Relaciona a proteção de polinizadores aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 2 (Fome Zero) e o ODS 15 (Vida Terrestre).

Fonte: Sá (2025)

Os estudos analisados demonstram que há uma redução na população de polinizadores, em especial as abelhas que está fortemente associada a eventos climáticos extremos e ao uso intensivo de agrotóxicos. Fogaça (2022) ressalta que alterações climáticas afetam o ciclo de floração das plantas, desestabilizando sua sincronia com os períodos de atividade dos polinizadores, o que pode comprometer a fecundação e reduzir a produção de sementes.

Nessa perspectiva, Paiva (2023, p. 25), investigou os efeitos do aumento da temperatura sobre a abelha mamangava *Xylocopa frontalis* e demonstrou que “por mais que os animais possam se recuperar desse estado, eles geralmente são incapazes de escapar do estresse térmico e, eventualmente, morrem”. Esse dado é alarmante ao demonstrar como mesmo espécies nativas, bem adaptadas aos biomas brasileiros, estão vulneráveis ao novo clima. A redução da polinização impacta diretamente o rendimento das colheitas e, portanto, interfere também na renda dos agricultores e na oferta de alimentos.

Além disso, foi observado uma ampla concordância entre os autores quando se tratava da importância da agricultura familiar e de práticas agroecológicas como caminhos promissores para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Maureen Santos (2022) defende a soberania alimentar como uma estratégia de resistência

diante da crise climática, e Silva; Carvalheiro (2021) elencam que os serviços ecossistêmicos prestados pelos polinizadores têm valor econômico significativo, o que justifica a necessidade de políticas públicas voltadas à sua conservação.

De acordo com os estudos, a crise climática transcende os limites ambientais e afeta diretamente os meios de subsistência das populações rurais. As mudanças na temperatura e precipitação, além de alterarem a biodiversidade local, comprometem o fator econômico dos agricultores que dependem de culturas altamente polinizadas. Nesse sentido, Paiva; Souza; Rodrigues (2025) analisam como os riscos climáticos afetam a segurança alimentar, especialmente em regiões marcadas por desigualdade social e dependência de recursos naturais.

Por outro lado, destaca-se a relevância do conhecimento local e das práticas educacionais como instrumentos fundamentais no enfrentamento dos desafios ambientais contemporâneos. A inserção da educação ambiental em escolas e comunidades rurais desempenha um papel estratégico na promoção da conscientização coletiva sobre a importância dos polinizadores, ao mesmo tempo em que estimula a adoção de práticas sustentáveis voltadas à preservação dos ecossistemas. Gonçalves *et al.* (2021) argumentam que ações educativas voltadas à preservação dos polinizadores são eficazes para transformar a percepção de crianças e jovens, promovendo uma cultura de conservação ambiental desde cedo.

4.1 Polinizadores: agentes invisíveis da produção de alimentos

Como veremos mais abaixo, as abelhas, que desempenham um importantíssimo papel para a produção dos alimentos e a manutenção da biodiversidade, estão sendo cada vez mais afetadas pelo aumento da temperatura global e as alterações nos regimes de chuva; a atividade desses polinizadores tem diminuído drasticamente, uma vez que essas alterações comprometem sua reprodução, seus padrões de migração, dentre outros fatores.

De acordo com Santos *et al.* (2022, p. 5), “a polinização permite a manutenção de ecossistemas saudáveis e diversos, uma vez que os frutos e sementes são utilizados na alimentação de muitas espécies”. Essa interferência repercute diretamente na produtividade agrícola, sobretudo em culturas extremamente dependentes desses agentes biológicos.

Estudos indicam que a sincronia entre o florescimento das plantas e o ciclo de vida dos polinizadores tem sido rompida. Fogaça (2022, p. 8) observa que "as plantas que florescem mais cedo podem perder a época ideal de seus principais polinizadores, constatando uma diminuição na produção de sementes". Esse evento, associado ao estresse térmico, tem implicado na mortalidade precoce de várias espécies polinizadoras (Paiva, 2023).

Além disso, Santos (2022) discute como as mudanças climáticas, associadas ao modelo agroalimentar dominante agravam ainda mais a insegurança alimentar, principalmente entre as populações que estão em situação de vulnerabilidade. A autora argumenta que a crise climática expõe e aprofunda desigualdades estruturais, afetando diretamente o direito à alimentação e à soberania alimentar. Por isso, usar sistemas com base na agroecologia, que valorizam saberes locais, cuidam dos limites do meio ambiente e promovem a justiça social.

Sobre a segurança alimentar, o Relatório BPBES (2021) afirma que é um dos pilares fundamentais para a manutenção da vida e do bem-estar humano, e sua garantia depende diretamente de fatores ecológicos que muitas vezes passam despercebidos. Dentre eles, destaca-se o papel dos polinizadores, especialmente as abelhas, responsáveis por garantir a reprodução de inúmeras espécies vegetais, muitas delas essenciais para a nutrição humana. O declínio desses organismos, como demonstrado nos estudos desta revisão, constitui uma séria ameaça à estabilidade dos sistemas alimentares, tanto no Brasil quanto no mundo.

O relatório do BPBES (2021) enfatiza, ao relacionar a perda de polinizadores com a grande ameaça à produção de alimentos:

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 (BPBES, 2021, p. 23).

Esta descoberta revela que os efeitos do declínio dos polinizadores vão além da dimensão ambiental e têm forte impacto na economia e na qualidade de vida das populações. Produtos como soja, café, abóbora, frutas, hortaliças, cereais e oleaginosas são altamente dependentes do serviço ecológico da polinização. Portanto, a redução da presença desses agentes biológicos ameaça diretamente a

diversidade e a disponibilidade de alimentos, discussão aprofundada por Silva; Carvalheiro (2021).

No trabalho de Silva; Carvalheiro (2021, p. 167), eles discutem a importância da valoração econômica da polinização, associando esse serviço à geração de riqueza e à produtividade agrícola. Os autores defendem que “o reconhecimento do valor desse serviço em termos do ganho de produtividade e de qualidade nos cultivos agrícolas pode auxiliar na definição das mais apropriadas estratégias para a conservação dos ecossistemas”.

Essa abordagem mostra um aspecto frequentemente negligenciado: a contribuição direta dos polinizadores para o desenvolvimento socioeconômico, especialmente em comunidades dependentes da agricultura familiar. Ao reconhecer esse valor, torna-se possível defender com mais firmeza políticas públicas que garantam a proteção desses organismos como parte integrante de uma estratégia nacional de segurança alimentar.

Santos *et al.* (2022) também contribuem para esse debate ao destacar como os sistemas alimentares dominantes exacerbam as desigualdades e ameaçam o direito à alimentação. Embora o artigo não aborde diretamente os polinizadores, enfatiza que a construção de sistemas resilientes envolve o reconhecimento da função ecológica e social dos processos naturais que sustentam a agricultura.

No decorrer desta análise, torna-se claro que garantir a segurança alimentar requer uma visão mais ampla da conservação da biodiversidade. A conservação de polinizadores não pode ser vista como uma ação ambiental isolada, mas sim como um investimento estratégico em saúde pública, bem-estar social e desenvolvimento sustentável. Medidas integradas que promovam a agroecologia, o manejo sustentável e a valorização do conhecimento tradicional parecem ser caminhos promissores para reverter o declínio e garantir um futuro mais justo e sustentável para todos.

A importância dos polinizadores também pode ser compreendida pelo seu valor econômico. Segundo Silva; Carvalheiro (2021, p. 167), “o reconhecimento do valor desse serviço em termos do ganho de produtividade e de qualidade nos cultivos agrícolas pode auxiliar na definição das mais apropriadas estratégias para a conservação dos ecossistemas”. Essa afirmação evidencia que conservar os polinizadores é uma medida não apenas ecológica, mas também estratégica do ponto de vista econômico, social e ambiental.

Diante desse cenário, a literatura demonstra a urgência de incorporar práticas agroecológicas e estratégias sustentáveis de produção, contribuindo no equilíbrio ecológico e protegendo as espécies polinizadoras. Assim, combater os impactos das mudanças climáticas não se limita apenas à redução das emissões de gases do efeito estufa, mas envolve também cuidar dos ciclos da natureza que sustentam a vida e a alimentação humana.

4.2 Declínio de abelhas e biodiversidade

Diante das discussões apresentadas, constata-se que o declínio das populações de abelhas é um fenômeno amplamente documentado na literatura científica e representa uma das principais ameaças à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos relacionados à polinização. De acordo com Bertolini *et al.* (2023), as abelhas, com ou sem ferrão, desempenham um papel fundamental na reprodução de uma ampla gama de plantas silvestres e cultivadas. A redução desses insetos afeta diretamente o equilíbrio ecológico e ameaça a biodiversidade, especialmente em ecossistemas tropicais como o Brasil.

Em diversas regiões do país, agricultores familiares têm relatado perdas na produtividade de suas lavouras devido à falta de polinizadores. Compreender essa relação tornou-se essencial no decorrer desta pesquisa, pois demonstra como o declínio de uma única espécie pode gerar efeitos em cascata em todo o sistema alimentar. Sobre isso, Bertolini *et al.* (2023) enfatiza que o desaparecimento das abelhas sem ferrão ameaça diretamente a base da produção agroecológica em regiões como a Amazônia e o Cerrado, onde essas espécies são essenciais para a manutenção da vegetação nativa.

O relatório do BPBES (2021) intensifica essa preocupação ao afirmar que

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 (BPBES, 2021, p. 33).

Essa constatação é preocupante, sobretudo porque grande parte da vegetação brasileira depende dos agentes polinizadores para sua reprodução. As plantações dos agricultores, por exemplo, requerem a ação desses polinizadores para garantir colheitas proveitosas. Com as interferências provocadas pelas mudanças climáticas e outros fatores ambientais, safras inteiras podem ser comprometidas, gerando

impactos diretos na alimentação tanto rural quanto urbana. Além disso, com o abalo das plantas forrageiras, utilizadas na alimentação de animais de pasto, a alimentação desses animais é comprometida, o que agrava ainda mais a situação.

Neste cenário, a preservação das abelhas deve ser entendida como parte de uma estratégia mais eficiente de conservação da biodiversidade. Por isso, as ações de proteção aos polinizadores não devem se limitar a medidas complexas, mas fazer parte de políticas públicas que integrem saberes tradicionais, educação ambiental e manejo sustentável dos recursos naturais, pois, usando esses meios é mais vantajoso a longo prazo.

4.3 Estratégias de mitigação e adaptação que possam ser adotadas para preservar os polinizadores diante das mudanças climáticas

Neste cenário dos impactos das mudanças climáticas, é crucial estabelecer estratégias de mitigação e adaptação direcionadas à conservação desses seres vivos. De acordo com o relatório da BPBES (2021), a adoção de práticas de gestão sustentáveis, aliada à recuperação de habitats naturais, constitui medida essencial para assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos polinizadores. Essa perspectiva demanda uma revisão do modelo de uso da terra vigente, com prioridade para práticas agroecológicas que conciliem produção agrícola e preservação ambiental. A diversificação de cultivos, o uso consciente dos recursos naturais e a proteção das áreas de reserva legal podem contribuir para a formação de ambientes mais resistentes às alterações climáticas.

Esta visão destaca que a redução das ameaças aos polinizadores não se restringe ao âmbito técnico-científico, mas também requer a participação social e o reforço da consciência coletiva. A valorização do conhecimento local, em conjunto com a ciência, pode tornar as ações de conservação mais efetivas e duráveis.

Além das estratégias de mitigação, é necessário pensar em medidas de adaptação, sobretudo diante da velocidade com que os impactos climáticos vêm se manifestando. O Plano Nacional para a Conservação dos Insetos Polinizadores (ICMBio/MMA, 2024) sugere uma série de ações que envolvem desde o mapeamento das áreas prioritárias para conservação até o estímulo à pesquisa científica e ao monitoramento das populações de polinizadores. Esta orientação destaca a relevância de uma estratégia de adaptação intersetorial e participativa, que também

engloba a integração de políticas públicas relacionadas ao clima, à biodiversidade e à segurança alimentar.

Nesse sentido, é importante salientar que, além de seu papel ecológico, as abelhas também possuem profunda importância cultural e socioeconômica. Gonçalves *et al.* (2021) demonstram como iniciativas de educação ambiental focadas na valorização das abelhas podem mudar a percepção das comunidades escolares e incentivar práticas sustentáveis desde a infância. Em suas palavras:

através da prática pedagógica aplicada notou-se ser possível conter a atenção dos estudantes e despertar neles a curiosidade e criatividade, capacidades que são necessárias para o desenvolvimento crítico. Os conhecimentos adquiridos possibilitaram aos alunos uma consciência ambiental mais consistente, auxiliando na percepção da importância de cada espécie para o equilíbrio ambiental (Gonçalves *et al.*, 2021, p. 12).

Esta passagem evidencia que não basta simplesmente proteger as abelhas biologicamente; é necessário também proteger nossa relação com elas como sociedade. Trata-se de restaurar o vínculo entre natureza e cultura, entre conhecimento tradicional e ciência.

Portanto, a literatura estudada sugere que as táticas mais eficientes para proteger os polinizadores em face das alterações climáticas abrangem diversas dimensões: ecológica, econômica, educacional e política. É fundamental para governos, instituições e a sociedade em geral estabelecer ambientes propícios à sobrevivência desses organismos, através de práticas agrícolas sustentáveis, preservação de habitats naturais, educação ambiental e reconhecimento do valor econômico da polinização. Apenas com essas ações completas poderemos assegurar a continuidade do papel crucial que os polinizadores exercem na preservação da vida no planeta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma revisão integrativa que abrangeu 19 artigos científicos, relatórios técnicos e documentos de instituições, foi possível evidenciar uma situação alarmante, na qual as mudanças climáticas, junto com fatores como o uso excessivo de pesticidas e a destruição de habitats, estão levando ao contínuo declínio dessas espécies.

Ficou claro que as abelhas são essenciais para os ecossistemas e a geração de alimentos. A sua extinção prejudica não só a estabilidade do meio ambiente, mas também o fornecimento de alimentos variados e saudáveis, especialmente para comunidades que contam com a agricultura familiar. Ademais, as pesquisas examinadas mostram que a harmonia entre os ciclos de reprodução das plantas e a ação dos polinizadores está sendo impactada, o que pode diminuir severamente a produção de várias culturas agrícolas.

Considerando essa situação, diversas abordagens para mitigação e adaptação foram debatidas. Entre essas, sobressaem-se a implementação de técnicas agroecológicas, a valorização dos conhecimentos tradicionais, a recuperação de habitats naturais, o estímulo à pesquisa e à educação ambiental, além da criação de políticas públicas integradas que incluam a preservação das abelhas como um elemento fundamental para o desenvolvimento sustentável.

Além disso, o governo deve implementar programas que promovam a conservação de polinizadores, como o fornecimento de subsídios para práticas agrícolas sustentáveis, a redução do uso de pesticidas nocivos a insetos benéficos e o estabelecimento de corredores ecológicos que promovam a conectividade entre áreas naturais. Ademais, a educação ambiental em todos os níveis deve ser fortalecida, com iniciativas que conscientizem a população sobre o papel dos polinizadores, em especial das a e a importância de práticas de produção sustentáveis.

As políticas públicas também devem reconhecer o papel crucial dos agricultores familiares e das comunidades tradicionais na preservação da biodiversidade. Isso pode ser alcançado por meio de linhas de crédito específicas, assistência técnica focada no manejo agroecológico e a inclusão de polinizadores em programas de segurança alimentar e mudanças climáticas.

As provas coletadas durante esta pesquisa destacam a necessidade imediata de esforços colaborativos que integrem ciência, política e comunidade. A proteção das abelhas não deve ser encarada como uma ação única de preservação ambiental, mas sim como um componente vital de um plano mais abrangente que aborde a justiça climática, a segurança alimentar e a proteção da vida em suas várias manifestações.

Por fim, esta pesquisa ajuda a expandir a compreensão acerca das diversas facetas da crise climática e suas implicações para a vida, além de enfatizar alternativas viáveis para a criação de um futuro mais forte, justo e solidário.

REFERÊNCIAS

AMARAL, M. C.; CARNIATTO, N. O declínio das abelhas: uma análise bibliométrica da produção científica. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 3, n. 9, p. 10774–10788, 2023.

BERTOLINI, T. C. *et al.* Biodiversidade e sistemas alimentares: a importância das abelhas sem ferrão. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 18, n. 2, p. 45–57, 2023.

BRASIL. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio**. Plano de ação nacional para a conservação dos insetos polinizadores. Brasília: ICMBio/MMA, [s.d.].

BRASIL. **Painel Brasileiro da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos – BPBES. Sumário para Tomadores de Decisão: Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos no Brasil**. Campinas: BPBES, 2021.

BRANDÃO, S. V. **Governança e segurança alimentar em tempos de crise climática**. 2020. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

BUENO, C. R. **Importância da diversificação agrícola para a conservação de polinizadores: estudo em propriedades familiares**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024.

DUARTE, R. Justiça ambiental, mudanças climáticas e agricultura: um olhar interdisciplinar. **Revista Vera**, v. 12, n. 2, p. 88–105, 2022.

FOGAÇA, T. M. Mudanças climáticas e polinizadores: impactos na sincronia fenológica. **Revista Interdisciplinar de Extensão e Pesquisa**, v. 5, n. 1, p. 26–34, 2022.

GONÇALVES, D. *et al.* Educação ambiental e polinizadores: experiências em escolas rurais. **Revista Pesquisa e Educação Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 98–115, 2021.

LAWSON, L. *et al.* Emergência climática e polinizadores: uma abordagem CTS. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 9, n. 3, p. 155–174, 2023.

LUCCÂS, M. T.; SANTOS, R. A.; FURLANETTI, L. P. Abelhas polinizadoras e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 25, n. 1, p. 22–36, 2021.

PAIVA, L. F. **Efeitos do estresse térmico sobre a abelha *Xylocopa frontalis* em cenários de mudanças climáticas**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2023.

PAIVA, R. A.; SOUZA, M. L.; RODRIGUES, T. F. Riscos climáticos e segurança alimentar: perspectivas ecológicas e sociais. **Revista de Estudos Socioambientais**, v. 31, n. 1, p. 45–61, 2025.

SANTOS, M. Mudanças climáticas e sistemas alimentares: desafios para a soberania alimentar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 17, n. 8, p. 12–18, 2022.

SANTOS, R. A. *et al.* **Mudanças climáticas e o declínio das abelhas: uma ameaça à agricultura**. Texto para Discussão – IPEA, n. 18, p. 1–28, 2022.

SILVA, F. P. *et al.* **Cenários e perspectivas sobre os impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar e nutricional**. Brasília: Instituto Fome Zero, 2024. (Relatório Técnico).

SILVA, M. S.; CARVALHEIRO, L. G. A valoração econômica da polinização agrícola como forma de orientar estratégias de proteção aos polinizadores. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 1, p. 165–184, 2021.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2010.

TÁVORA, M. R.; FRANÇA, D. F. **Impactos das mudanças climáticas na agropecuária brasileira**. Brasília: Senado Federal, Consultoria Legislativa, 2021. (Texto para Discussão, n. 313).

WOLKOWSKI, T. *et al.* **Polinizadores e produção de alimentos: uma análise ecológica e socioeconômica**. Boletim Técnico do BPBES, v. 2, p. 5–32, 2021.