



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)
FACULDADE DE DIREITO (FD)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO AGRÁRIO**

SIDIMAR LOPES DA SILVA JUNIOR

Uso abusivo de agrotóxicos no Brasil: Obrigatoriedade de licença ambiental especial para plantio em áreas de risco, como mecanismo de controle da mortalidade de abelhas

GOIÂNIA

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE DIREITO

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

SIDIMAR LOPES DA SILVA JUNIOR

3. Título do trabalho

USO ABUSIVO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL: OBRIGATORIEDADE DE LICENÇA AMBIENTAL ESPECIAL PARA PLANTIO EM ÁREAS DE RISCO, COMO MECANISMO DE CONTROLE DA MORTALIDADE DE ABELHAS

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
 - b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
- O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Alexandre Chiziane, Usuário Externo**, em 26/02/2025, às 04:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sidimar Lopes Da Silva Junior, Discente**, em 26/02/2025, às 17:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5195114** e o código CRC **02738CAE**.

SIDIMAR LOPES DA SILVA JUNIOR

Uso abusivo de agrotóxicos no Brasil: Obrigatoriedade de licença ambiental especial para plantio em áreas de risco, como mecanismo de controle da mortalidade de abelhas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito Agrário (Mestrado) da Faculdade de Direito (FD) da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Direito.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Direito Agrário.
Direito Agrolimentar.

Linha de pesquisa (2): Direito Agroalimentar, Territorialidades, Subjetividades Constitucionais e Convencionais e Proteção Jurídica

Orientadora: Professor Doutor Eduardo Alexandre Chiziane

GOIÂNIA

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva Junior , Sidimar Lopes da
USO ABUSIVO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL [manuscrito] :
OBRIGATORIEDADE DE LICENÇA AMBIENTAL ESPECIAL PARA
PLANTIO EM ÁREAS DE RISCO, COMO MECANISMO DE
CONTROLE DA MORTALIDADE DE ABELHAS / Sidimar Lopes da
Silva Junior . - 2025.
LXXXIV, 84 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Alexandre Chiziane .
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás,
Faculdade de Direito (FD), Programa de Pós-Graduação em Direito
Agrário, Goiânia, 2025.

Bibliografia.

Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas,
lista de figuras, lista de tabelas.

1. Agroindústria. 2. Agronegócio. 3. Insetos polinizadores. 4.
Regulamentação. 5. Sustentabilidade ambiental. I. Chiziane , Eduardo
Alexandre , orient. II. Título.

CDU 349.42



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE DIREITO

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 1 da sessão de Defesa de Dissertação de SIDIMAR LOPES DA SILVA JUNIOR que confere o título de Mestre(a) em **Direito Agrário** na área de concentração em **Direito Agrário**.

Ao/s dezoito dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e cinco, a partir da(s) 16:00 hs por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “**USO ABUSIVO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL: OBRIGATORIEDADE DE LICENÇA AMBIENTAL ESPECIAL PARA PLANTIO EM ÁREAS DE RISCO, COMO MECANISMO DE CONTROLE DA MORTALIDADE DE ABELHAS**”. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a), **Prof. Dr. Eduardo Alexandre Chiziane (PPGDA/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Prof. Dr. Marcelo Fernandez Osco (PPGDA)**, membro titular Interno; **Profa. Dra. Luciana Ramos Jordão (UEG)**, membro titular Externo. Durante a arguição os membros da banca **não/fizeram** sugestão de alteração do título do **trabalho [se for o caso inserir: conforme explicitado abaixo]**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação tendo sido o candidato **APROVADO** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo(a) **Prof. Dr. Eduardo Alexandre Chiziane**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) dezoito dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e cinco.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Alexandre Chiziane, Usuário Externo**, em 20/02/2025, às 08:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Ramos Jordão, Usuário Externo**, em 24/02/2025, às 14:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Fernandez Osco, Usuário Externo**, em 25/02/2025, às 13:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5119555** e o código CRC **F17C35DE**.

**Que possamos
evoluir,
mas, também,
aproveitar essa jornada!**

**À minha esposa, e
aos meus pais e família.
Aos amigos e
ao meu Orientador.
A todos que me ajudaram nessa caminhada!**

AGRADECIMENTOS.

Agradeço ao meu orientador, professor doutor Eduardo Alexandre Chiziane, pela paciência e dedicação em todos os momentos necessários.

Agradeço minha esposa, pais, família e amigos por sempre me apoiarem.

Aos colegas e amigos de mestrado que me ajudaram em tantos momentos nessa caminhada.

Muito obrigado!

Tão perto, não importa o quão longe
Não poderia estar muito mais longe do coração
Sempre confiando em quem somos
(Nothing Else Matters, Metallica)

RESUMO

Diante da importância crítica dos insetos polinizadores, especialmente as abelhas, para a vida humana e os ecossistemas, depara-se com a seguinte problemática: há necessidade de regulamentação específica para mitigar os impactos das atividades agroindustriais e do agronegócio sobre esses insetos? A hipótese central é que, devido à relevância dos polinizadores para a biodiversidade e a produção de alimentos, torna-se imperativo estabelecer normas regulatórias que protejam essas espécies. Os objetivos incluem compreender a formação e a operação do complexo agroindustrial e do agronegócio, identificar os impactos dessas atividades sobre os insetos polinizadores e avaliar o aparato legal nacional existente para determinar a necessidade de novas regulamentações. A justificativa do estudo reside em sua grande relevância acadêmica e jurídico-social, embasada em autores conceituais como Grossi e Marés no tocante a terra e o surgimento do complexo agroindustrial, complementando com Kageyama e Lima, e abordando as perspectivas da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 e as normativas sobre licenças e regulamentações agrícolas, para verificação, assim, de normatizações adicionais a respeito dos impactos da atividade agrícola. A metodologia adotada foi com abordagem quali-quantitativa, com ênfase maior na análise qualitativa, devido à natureza e perspectiva da pesquisa. O método utilizado foi hipotético-dedutivo, buscando testar a hipótese através da análise dos dados coletados e sugerir possíveis legislações regulatórias, caso a necessidade seja confirmada. Conclui-se que uma regulamentação específica pode ser crucial para a proteção dos polinizadores e, conseqüentemente, para a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar.

Palavras-chave: Agroindústria; Agronegócio; Insetos polinizadores; Regulamentação; Sustentabilidade ambiental.

ABSTRACT

Given the critical importance of pollinating insects, especially bees, for human life and ecosystems, we are faced with the following problem: is there a need for specific regulation to mitigate the impacts of agro-industrial and agribusiness activities on these insects? The central hypothesis is that, due to the relevance of pollinators for biodiversity and food production, it is imperative to establish regulatory standards that protect these species. The objectives include understanding the formation and operation of the agro-industrial and agribusiness complex, identifying the impacts of these activities on pollinating insects, and evaluating the existing national legal apparatus to determine the need for new regulations. The justification for the study lies in its great academic and legal-social relevance, based on conceptual authors such as Grossi and Marés regarding land and the emergence of the agro-industrial complex, complementing Kageyama and Lima, and addressing the perspectives of the Constitution of the Federative Republic of Brazil of 1988 and the regulations on agricultural licenses and regulations, to verify additional regulations regarding the impacts of agricultural activity. The methodology adopted was a qualitative-quantitative approach, with greater emphasis on qualitative analysis, due to the nature and perspective of the research. The method used was hypothetical-deductive, seeking to test the hypothesis through the analysis of the data found and possible regulatory legislation, if the need is proven. It is concluded that specific regulation can be crucial for the protection of pollinators and, consequently, for environmental sustainability and food security.

Keywords: Agroindustry; Agribusiness; Pollinating insects; Regulation; Environmental sustainability.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo dos níveis (solo (azul), cana de açúcar (verde) e ervas daninhas (vermelho)	pp. 72
--	--------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIO	Autorização para coleta, captura e transporte de material biológico
AO	Autorização de Operação
APHIS	Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal
ASV	Autorização de supressão de vegetação
CCD	<i>Colony Collapse Disorder</i>
CAI	Complexo Agroindustrial
CFMV	Conselho Federal de Medicina Veterinária
CNN	Canal de Notícias
CSFI	Culturas com Suporte Fitossanitário insuficiente
FAO	Food And Agriculture Organization (Organização de comida e agricultura)
FIA	Fundação instituto de Administração
GAMLSS	Modelo aditivo generalizado para localização, escala e forma
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IFPRI	International Food Policy Research Institute (Instituto de pesquisa e política de alimentos internacional)
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
IPES	International Panel of Experts on Sustainable Food Systems (Painel

internacional de especialistas em sistemas sustentáveis de alimentação)

LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
LPS	Licença de pesquisa sísmica
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MIP	Ministério Integrado de Pragas
MS	Ministério da Saúde
MT	Mato Grosso
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PPA	Potencial de periculosidade ambiental
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UFV	Universidade Federal de Viçosa

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Abelhas mortas em dezembro de 2018. pp. xx
- Figura 2** – mais de 100 milhões de abelhas mortas em MT. PP. xx

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	000
1 EXPANSÃO DA ATIVIDADE AGRÍCOLA NO BRASIL E SUAS CONSEQUÊNCIAS	000
1.1 A EXPANSÃO DA AGRICULTURA NO BRASIL	000
1.2 O COMPLEXO AGROINDUSTRIAL NO BRASIL	000
1.2.1 – Terras desde a visão pré-moderna à moderna – Das Sesmarias à Lei de Terras	000
1.2.2 – Mudanças com a Lei de Terras e o fim da escravidão no país, a indústria cafeeira e o surgimento do Complexo Agroindustrial.....	000
1.3 O AGRONEGÓCIO	000
1.4 MEDIDAS PARA EXPANSÃO AGRÍCOLA E CONSEQUÊNCIAS INICIAIS	000
2 SEGURANÇA ALIMENTAR MUNDIAL E A CORRELAÇÃO COM INSETOS POLINIZADORES	000
2.1 SEGURANÇA ALIMENTAR MUNDIAL.....	000
2.2 IMPORTÂNCIA DOS INSETOS POLINIZADORES.....	000
2.3 ABELHAS COMO INSETOS POLINIZADORES.....	000
2.4 PRINCIPAIS CAUSAS DA MORTANDADE DE ABELHAS	000
2.5 DADOS SOBRE MORTANDADE DE ABELHAS	000
3 IMPACTOS DA ATIVIDADE DO SETOR AGRÍCOLA SOBRE AS ABELHAS E NECESSÁRIAS NORMATIZAÇÕES SOBRE TAIS INCIDÊNCIAS	000
3.1 NORMATIZAÇÕES SOBRE A ÁREA AGROECOLÓGICA, EFICÁCIA E NOVAS NECESSIDADES.....	000
3.2 SUGESTÕES DE VETORES TECNOLÓGICOS PARA ENFRENTAMENTO DA MORTANDADE DE ABELHAS	000
3.3 USO SUGESTIVO DE LICENÇA AMBIENTAL OBRIGATÓRIA PARA CONTROLE DE MORTALIDADE DE ABELHAS	000
CONCLUSÃO.....	000
REFERÊNCIAS.....	000

INTRODUÇÃO

A expansão das atividades do complexo agroindustrial e do agronegócio tem sido uma tendência global notável, o que se busca justificar pela crescente demanda por alimentos para atender às necessidades de uma população em constante crescimento.

Essa expansão é resultado de uma série de fatores interligados, incluindo o aumento populacional, mudanças nos hábitos alimentares, avanços tecnológicos na agricultura e a globalização dos mercados. Como consequência desse crescimento, observa-se uma pressão cada vez maior sobre os recursos naturais, como terra e água, além de um aumento na utilização de insumos agrícolas, como fertilizantes e agrotóxicos.

Uma das preocupações proeminentes que surgem nesse contexto é o impacto dessas atividades na saúde das populações de organismos vivos que ocupam as regiões onde incidiriam os avanços de atividades agrícolas, destacando as espécies de abelhas. As abelhas desempenham um papel crucial na polinização de diversas culturas agrícolas, contribuindo para a produção de alimentos em todo o mundo. No entanto, diversos estudos têm demonstrado um declínio preocupante nas populações de abelhas em várias regiões, atribuído, este fato, em parte à exposição a agrotóxicos, perda de habitat devido à expansão agrícola e à fragmentação do ambiente, além de doenças e parasitas. O desaparecimento de insetos relacionados à polinização, em especial de abelhas domesticadas (*Apis mellifera* L.) tem sido demonstrado durante o percurso dos anos de 1880, 1920 e 1960 (PAREJA et al., 2011). Tais descrições foram denominadas como “Mal de outono”, “Colapso de outono”, “Doença de Maio” e “Doença do desaparecimento” (DE JONG, 2009). Observa-se que estas denominações se parecem com o que hoje pesquisadores denominam CCD (*Colony Collapse Disorder*) (PAREJA et al., 2011), ressaltando-se, porém, que não teriam a mesma amplitude e rapidez dos acontecimentos mais atuais (WILLIAMS et al., 2010).

Para compreender melhor essa dinâmica, é fundamental analisar o panorama atual da atividade agrícola, identificando os principais fatores que impulsionam seu crescimento. Isso inclui a análise das demandas crescentes do complexo agroindustrial e do agronegócio, que têm influenciado diretamente a expansão das áreas cultivadas e o aumento do uso de agroquímicos.

Isso levaria a uma problemática sobre a expansão do setor agrícola, impactos negativos e necessidade de regulamentação especial para conter esse avanço e esses pontos prejudiciais, tornando mais sustentável sua atividade de crescimento, onde se apresentaria a necessidade de verificação de contramedidas existentes, seu entendimento e sugestões para novas possibilidades de contrapesos a esse avanço agrícola sobre áreas verdes e incidências negativas sobre as espécies existentes nessas regiões em que incidiu a referida expansão.

No contexto brasileiro, é importante investigar a evolução histórica do complexo agroindustrial, desde as mudanças na legislação fundiária até o surgimento da indústria cafeeira e a consolidação do agronegócio, destacando as implicações socioeconômicas e ambientais desse

processo. Além disso, é essencial explorar o papel do agronegócio na economia brasileira e global, considerando sua importância na produção de alimentos, na geração de empregos e no desenvolvimento econômico.

Por isso o objetivo envolve a análise deste avanço, bem como, examinar as demandas por áreas verdes e o aumento do uso de agrotóxicos, aspectos que têm despertado preocupações crescentes em relação aos impactos ambientais e à segurança alimentar. Diante dessas considerações, propomos abordar os possíveis impactos da ampliação das atividades do agronegócio na mortalidade de abelhas, destacando a importância desses insetos para a segurança alimentar e a necessidade de medidas específicas para mitigar esses efeitos adversos.

Uma dessas medidas é a análise da necessidade de uma licença especial para explorar áreas de risco para a mortalidade de abelhas, bem como o uso de tecnologias de contenção e fiscalização. A metodologia adotada será hipotético-dedutiva, visando propor uma licença obrigatória específica para conter o avanço de mortalidade de abelhas, que possa vir a ser implementada, pelo teor de importância destes insetos polinizadores na perpetuação da vida de várias espécies, inclusive a humana. A formação dos conceitos apurados será realizada por meio de uma abordagem qualitativa, que permite uma compreensão mais profunda das dinâmicas sociais e ambientais envolvidas.

A relevância desta pesquisa reside em seu alto teor acadêmico e social. Buscamos contribuir para o entendimento dos impactos ambientais e socioeconômicos da expansão do agronegócio e propor soluções para mitigar esses efeitos adversos, visando promover uma agricultura mais sustentável e resiliente no contexto atual de mudanças climáticas e perda de biodiversidade.

Diante do apresentado a importância acadêmico-social é muito grande, pois se trata de temática que traz alusão a situações que precisam de total atenção, entendimento de funcionamento, ocorrências e contramedidas, em suma, de verificação do complexo agroindustrial e avanço do agronegócio e atividades do setor agrícolas, com as incidências negativas em áreas verdes e espécies existentes nessas regiões, com indicações de necessidades regulamentadoras dessa atuação nessa área para conter esses impactos negativos, em especial, no tocante à mortalidade de abelhas.

1 – EXPANSÃO DA ATIVIDADE AGRÍCOLA NO BRASIL E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Para compreender a problemática relacionada à expansão do setor agrícola e suas consequências, é necessário considerar aspectos como a demanda por mais áreas verdes, o uso de maquinários e substâncias específicas, e os impactos sobre a fauna e a flora das regiões afetadas por esse crescimento.

Inicialmente precisa-se entender melhor a expansão da atividade agrícola no Brasil e sua característica como fenômeno multifacetado que abarca diversos aspectos socioeconômicos, ambientais e políticos. Com uma extensão territorial vasta e uma diversidade climática e de solos única, o Brasil detém um imenso potencial agrícola que tem sido explorado e ampliado ao longo dos anos.

Historicamente, a agricultura no Brasil teve seus primórdios voltados para o cultivo de produtos de exportação, como o café, a cana-de-açúcar e o algodão. No entanto, ao longo do tempo, houve uma diversificação das atividades agrícolas, com a inclusão de culturas alimentares, como soja, milho, arroz e feijão, além da produção pecuária, tanto de carne quanto de leite.

No entanto, é importante ressaltar que a expansão da atividade agrícola no Brasil não está isenta de desafios e preocupações. Um dos principais é a questão ambiental, especialmente o desmatamento e a degradação de ecossistemas naturais, como a Amazônia e o Cerrado, para dar lugar às plantações e pastagens.

Esse processo tem gerado impactos negativos na biodiversidade, no ciclo hidrológico e no clima, além de conflitos socioambientais, com prejuízos à fauna e a flora local, e, ainda, às comunidades locais e povos indígenas. Um avanço no setor agrícola consciente, em sua finalística visão, requer políticas públicas eficazes, investimentos em práticas agrícolas sustentáveis, como a agricultura de baixo carbono e a agroecologia, e o fortalecimento da agricultura familiar e dos sistemas alimentares locais. Somente assim será possível aproveitar plenamente o potencial agrícola do Brasil de forma equitativa e responsável. Porém, há de se entender essa expansão, consequências e alguns pontos que poderiam ser prejudicados e necessitariam proteção em relação a esse crescimento, alvo desta pesquisa.

Este primeiro capítulo abordará uma variedade de temas relacionados à expansão da atividade agrícola e suas implicações multifacetadas. Primeiramente, será discutido o crescimento do setor agrícola, destacando suas consequências em termos de demanda por

mais áreas verdes, a utilização de maquinários e substâncias específicas, e os impactos ambientais sobre a fauna e a flora das regiões afetadas por esse crescimento.

Em seguida, será analisada a evolução do uso das terras no Brasil desde a era pré-moderna até os dias atuais. Esse tópico incluirá uma discussão sobre as sesmarias, uma forma de concessão de terras utilizada durante o período colonial, e sua transformação até a implementação da Lei de Terras em 1850. A análise incluirá como essa legislação mudou a estrutura fundiária do país, especialmente em termos de propriedade privada de terras. Adicionalmente, o capítulo explorará as mudanças socioeconômicas provocadas pela Lei de Terras, bem como o impacto do fim da escravidão no país.

Este segmento abordará como a abolição da escravatura influenciou a indústria cafeeira, que era um dos principais motores econômicos do Brasil na época, e contribuiu para o surgimento do complexo agroindustrial.

Além disso, será discutido o papel do agronegócio na economia brasileira, evidenciando sua importância no cenário econômico nacional e internacional. Este segmento abordará como o agronegócio se consolidou como um dos pilares da economia brasileira, impulsionando o desenvolvimento econômico e tecnológico no setor agrícola. Por fim, o capítulo examinará as medidas adotadas para a expansão agrícola e as consequências iniciais dessas ações.

1.1 – A EXPANSÃO DA AGRICULTURA NO BRASIL

Um dos argumentos que se utiliza para justificar a expansão da atividade agrícola é a crescente demanda por alimentos devido ao aumento da população mundial. O setor agrícola, onde é possível destacar, dentre outros, o pequeno produtor, é o responsável por fornecer os alimentos essenciais que sustentam a vida humana.

Diante disso, os agricultores têm buscado aumentar a produção, seja expandindo as áreas cultivadas, aumentando a produtividade das culturas ou adotando práticas agrícolas mais eficientes.

Conforme Santos e Miziara (2008) explicam, verifica-se que no Brasil, a modernização da agropecuária está ligada à expansão da fronteira agrícola, onde se destaca a transformação na utilização das terras e no padrão tecnológico empregado, em áreas de agricultura e pecuária, onde se verifica a substituição das pastagens naturais por pastagens plantadas.

A expansão do setor agrícola pode ser entendida sob vários ângulos, onde verifica-se que a intensificação da atividade agrícola demanda, então, ampliação por aspectos geográficos, com a abertura de novas terras para a agricultura, maior uso de área verde, o que, por consequência, acarreta desmatamento de florestas, drenagem de pântanos ou conversão de áreas não agrícolas em terras cultiváveis. Essas atividades, muitas vezes, são acompanhadas por questões ambientais, como o desmatamento descontrolado e a perda de biodiversidade.

Não se pode deixar de destacar que a agricultura se tornou cada vez mais globalizada, com produtos agrícolas sendo comercializados internacionalmente. Isso levou à expansão da atividade agrícola em diferentes regiões do mundo, à medida em que os agricultores buscam atender à demanda global por alimentos, fibras e biocombustíveis.

Observa-se, conforme exposto por Ianni (1997), que: “[...] a revolução que a globalização do capitalismo está provocando no mundo agrário transfigura o modo de vida no campo, em suas formas de organização do trabalho e produção, em seus padrões e ideias socioculturais, em seus significados políticos”. Para que a expansão ocorra, seria, então, necessária a superação de dificuldades naturalmente encontradas em cada região. Graziano da Silva (2000) ressalta a dificuldade de utilização de maquinários em regiões com relevos mais acidentados, o que torna a produção agrícola limitada a terrenos com menor declividade, em especial devido aos custos de superação de tais obstáculos. Além disso, a expansão da atividade agrícola está ligada à tecnologia e à inovação. Desde a Revolução Verde, avanços tecnológicos têm transformado a agricultura, tornando-a mais eficiente e sustentável.

A Revolução Verde, conforme Matos (2011), seria referente à invenção e disseminação de novas práticas agrícolas que permitiram um vasto aumento na produção deste setor, iniciado, em destaque, nos Estados Unidos e na Europa, nos anos de 1960, e em anos seguintes, em outros países. Isso permitiu avanços tecnológicos, transformando a agricultura, tornando-a mais eficiente e sustentável. De outro lado, por conclusão natural, observar-se-ia que se ocorre um aumento significativo no setor agrícola, ter-se-ia um esgotamento de recursos, prejuízos à biodiversidade, contaminação ambiental pelos usos demandados de tal aumento, dentre outros desdobramentos negativos.

A automação, a biotecnologia e a agricultura de precisão possibilitam aos agricultores aprimorar seus métodos, aumentando a produção em menos tempo e reduzindo o desperdício. No entanto, será que esses resultados estão realmente sendo alcançados e os limites de uso desses recursos estão sendo respeitados?

Essas inovações também levantam questões sobre segurança alimentar, usos de tecnologias agrícolas, apropriação de conhecimento e níveis seguros de utilização de fatores demandados para que haja ampliação do setor agrícola.

Conforme destacado por Matos (2011), a expansão agrícola no Brasil ocorreu ao longo de diferentes períodos históricos, sendo notáveis a Colonização e *Plantation*, que seria, este último termo, segundo o autor, uma propriedade em que se cultivam produtos para o mercado exterior.

O início dessa expansão remonta à colonização pelos portugueses no século XVI, marcada pela economia baseada em atividades de *plantation*, como o cultivo de cana-de-açúcar e, posteriormente, de café, com a utilização de mão de obra escrava .

Graziano da Silva (2000), explica que sequencialmente, durante o “Ciclo do Ouro”, a descoberta de ouro nas regiões de Minas Gerais e Goiás impulsionou a expansão agrícola, uma vez que havia a necessidade de fornecer alimentos e suprimentos para as áreas de mineração em rápido crescimento.

Posteriormente, ocorreu o "Ciclo do Café", que resultou no desmatamento de vastas áreas verdes para abrir espaço para as plantações de café, coincidindo com o aumento da imigração de europeus no final do século XIX e início do século XX, o que também contribuiu para impulsionar a expansão agrícola (Gonçalves, 2014).

Não obstante, imigrantes trouxeram conhecimentos técnicos e mão de obra para o desenvolvimento de novas áreas agrícolas, como o cultivo de uva, trigo, e outras culturas, por exemplo, no sul do Brasil (Ormond et al., 2003).

Após crises internacionais, como a da Bolsa de Valores no ano de 1929, em nível mundial, verifica-se ampliação de atenção para expansão nacional, e, por consequência, observa-se o desenvolvimento de outras áreas e da agropecuária. No entanto, a resposta e a abordagem em relação à crise não foram uniformes. Enquanto Venezuela, Equador e os países da América Central permaneceram mergulhados na crise por alguns anos, aguardando um retorno aos dias de prosperidade do liberalismo, Brasil, Argentina, México e Chile formaram o grupo de nações que adotaram medidas de enfrentamento mais rápidas. Isso incluiu a substituição de governos liberais por meio de processos revolucionários ou eleitorais, e a implementação de mudanças audaciosas na política econômica e na intervenção do Estado na economia nacional (Seers, 1962).

A expansão agrícola foi impulsionada pelo desenvolvimento de técnicas modernas de cultivo, irrigação e pela expansão das fronteiras agrícolas para o Cerrado.

A introdução de tecnologias agrícolas modernas, como tratores, sementes melhoradas, fertilizantes e pesticidas, contribuiu para aumentar a produtividade agrícola e a expansão das áreas cultivadas. E ainda: o governo brasileiro também desempenhou um papel importante na expansão agrícola, por meio da ampliação de atividades em áreas diversas, de políticas de incentivo à agricultura, seja impulsionado por fatores históricos, seja por fatores naturais, destacando-se a movimentação rápida em meio à crise instaurada a partir do ano de 1929 (Cano, 2015).

Porém, como toda ação, existem consequências, essa expansão traz consigo desafios ambientais, como o desmatamento da Amazônia e do Cerrado para dar lugar a cultivos e pastagens, o que acarreta preocupações a nível internacional sobre a conservação da biodiversidade e as mudanças climáticas, ressaltando, ainda, que essa atenção é voltada, também, ao resguardo de tudo isso para gerações futuras.

1.2 – O COMPLEXO AGROINDUSTRIAL

O Complexo Agroindustrial (CAI) representa uma rede complexa de atividades que envolvem a produção, processamento e distribuição de produtos agrícolas, ou seja, é a interligação das atividades agrícolas, pecuárias e de reflorestamento com a indústria de duas formas distintas: fornecendo máquinas e insumos para a agricultura, além de estar envolvida no beneficiamento e processamento; englobando também o comércio atacadista e varejista interno, assim como o comércio externo, tanto de produtos agrícolas puros quanto agroindustriais, e a venda de produtos industriais para o setor agrícola (Muller, 1989).

Compreender a dinâmica desse complexo é fundamental não apenas para o setor agrícola, mas também para toda a economia e a sociedade.

Nesse raciocínio, o CAI abrange não apenas os produtores agrícolas, mas também as indústrias que processam os produtos, os distribuidores, os varejistas e os consumidores finais.

Portanto, compreender o funcionamento desse complexo é essencial para entender a interdependência entre os diferentes segmentos da economia. Uma das principais consequências de entender o CAI é a capacidade de prever e responder às demandas do mercado.

O CAI apresenta pontos positivos, vantagens, como aumento da produção, expansão e distribuição de alimentos, ainda, a integração de pequenos agricultores ao complexo agroindustrial pode melhorar suas condições de vida e fortalecer a segurança alimentar em

comunidades rurais. No entanto, é importante destacar que o crescimento do CAI também pode ter impactos negativos, desvantagens, como o aumento da pressão sobre os recursos naturais, a concentração de terras e a degradação ambiental (Terra Magna, 2023).

Em suma, o Complexo Agroindustrial (e suas consequências de demanda) tem sua importância para o desenvolvimento econômico, social e ambiental, porém, também, possui suas desvantagens, assim, há de se contrapor todos os desdobramentos para seu entendimento.

Ao compreender as interações dentro desse complexo, poder-se-ia verificar resultados negativos e iniciar reflexões a respeito para minimizar tais efeitos decorrentes da atividade do CAI, buscando, a partir dessa verificação e possíveis medidas para redução de impactos negativos, a utilização dos aspectos positivos do referido complexo (Terra Magna, 2023).

1.2.1 – Terras desde a visão pré-moderna à moderna – das Sesmarias à Lei de Terras.

Entender as dinâmicas contemporâneas relacionadas às terras é fundamental para compreender os processos de proteção e desenvolvimento agrário. Para iniciar essa compreensão, é crucial examinar o conceito de "Terra" desde sua concepção na Idade Média até os dias atuais, caracterizada como pré-moderna. Na sociedade grega antiga, a propriedade era inicialmente compartilhada por todos, refletindo uma ideia de grupos unidos por laços de sangue e parentesco. No entanto, com a introdução do direito de paternidade em detrimento do direito de maternidade, as famílias começaram a acumular riquezas, principalmente através da prática da herança, marcando o surgimento dos primeiros indícios de propriedade privada entre os gregos (Gomes & Martinelli, 2012).

Além disso, observa-se que, inicialmente considerada uma noção "pré-moderna" que remonta ao século XIV, a concepção de propriedade está gradualmente cedendo lugar à figura da propriedade moderna, na qual o indivíduo passa a ser central na concepção de propriedade. Grossi (1980) destaca com precisão essa transição para a propriedade moderna, enfatizando os chamados "direitos reais", que estão relacionados às "coisas". Ele observa historicamente a predominância do todo sobre o singular, onde a projeção da soberania do sujeito sobre a coisa é evidente.

É essencial compreender essa evolução conceitual em relação às terras também em períodos recentes, a fim de entender o processo de formação e o subsequente

desenvolvimento do setor agrário, culminando no surgimento do Complexo Agroindustrial (CAI).

Emerge uma visão que enfatiza o sujeito de forma separada e individualizada em relação ao bem, representando uma abordagem inovadora em relação à propriedade. Essa mudança de paradigma implica o entendimento de que o indivíduo está interligado e, portanto, capacitado a estabelecer uma relação com um bem externo.

Essa perspectiva, como esclarece Grossi (1980), marca um passo inicial em direção à visualização da propriedade moderna, na qual o sujeito individualizado pode estabelecer essa relação com as terras, ou seja, com o bem. No Brasil, observa-se uma transição da era pré-moderna para a moderna, porém, com características feudais e mercantis.

Isso se evidencia pelo fato de que, após a chegada do navegador Pedro Álvares Cabral em 1500, marcando o início da colonização, estabeleceu-se uma aliança entre a coroa portuguesa e a burguesia mercantil. O modelo de administração das terras seguia a visão medieval de Portugal, conforme observa Costa (1987).

Nesse contexto, o Brasil adaptou o sistema de Sesmarias, uma prática conhecida em Portugal, para regular o uso da terra no país. O sistema de Sesmarias, originado em Portugal em 1375 pelo rei D. Fernando I, foi implementado no Brasil como uma ferramenta para regular a distribuição de terras comunais destinadas à produção agrícola. Essa adaptação das Sesmarias representou uma tentativa de reestruturar o sistema português de questões fundiárias, em meio à crise no setor agrícola do país (Motta, 2012).

Esse instituto, trazido pela nação colonizadora portuguesa, foi crucial para viabilizar a colonização do território brasileiro. Como explicado por Ligia Osório Silva (2008), o termo "Sesmarias" deriva do latim "*caesinae*", significando "cortes" ou "rasgões" na superfície da terra, refletindo a prática de divisão das terras.

A autora também destaca que, nesse período, houve uma variedade de abordagens para adaptar o sistema de Sesmarias à colônia brasileira, denominado por ela como "sesmarialismo colonial". Essa fase histórica evidencia os esforços para ajustar as práticas administrativas às necessidades específicas do contexto colonial brasileiro.

Seguindo essa linha de raciocínio, Costa Porto (1965) argumenta que a legislação das Sesmarias não foi completamente transferida de Portugal para o Brasil de maneira integral e pura. Embora tanto o país colonizador, a metrópole, quanto a colônia compartilhassem a característica de um solo em desenvolvimento, outras nuances não eram uniformes.

Esse período de influência das Sesmarias perdurou até 1822, como explica Faria (2000), após o qual novas diretrizes começaram a ser delineadas. Entre o fim das Sesmarias e

a aprovação da Lei de Terras em 1850, houve um período de transição marcado pela ausência de normas claras. Esse intervalo de tempo representou uma fase de incerteza regulatória que precedeu o estabelecimento de um novo marco legal. Nesse contexto, o ano de 1822 marca o fim das Sesmarias e possivelmente um divisor de águas histórico que contribuiu para o surgimento do complexo agroindustrial.

A redefinição da propriedade, agora com características que perduram até os dias atuais, desempenhou um papel fundamental no início dos movimentos de industrialização e no surgimento de um complexo industrial nacional. Um marco fundamental para essa atualização da definição sobre as terras foi a promulgação da Lei de Terras em 1850.

Verificaram-se grandes debates, acerca da aprovação discutida e sua essência, análise ao todo, em blocos ou outra forma de aprovação do texto legal, acerca do projeto apresentado em 1842, que resultou na promulgação da chamada “Lei de Terras”, a Lei 601 de 1850 (Brasil, 1850).

Após essas alterações na concepção de propriedade, surgiram outros eventos históricos que contribuíram para a formação do complexo agroindustrial, incluindo o fim da escravidão, influenciado por fatores externos ao país. A partir desse momento, surgiu a oportunidade (e implementação) da utilização de mão de obra estrangeira, em grande parte devido à necessidade e ao ápice da indústria cafeeira e sua demanda por trabalhadores (Gonçalves, 2014).

Posteriormente, com a “marcha para o oeste” e, com a solidificação de desenvolvimentos adjacentes, com a normatização do Estatuto da Terra em 1964, abriram-se os horizontes para a formação dos Complexos Agroindustriais (CAI’s) no Brasil (Lima, 2011).

Contudo, há de se observar outros pensamentos acerca dessa consolidação da propriedade e caminhar na formação dos CAI’s, citando-se, a respeito, a visão de Marés (2003), que trata da transformação da terra em propriedade privada, destacando imposição pelo colonialismo europeu, que veio frustrar os anseios de liberdade dos trabalhadores e dos povos da América Latina. Observa, ainda, que nos sistemas jurídicos que buscam proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável não podem ser consideradas produtivas as terras que esgotam os recursos naturais a elas associados e, ainda, inviabilizam ou dificultam seu uso pelas gerações futuras. Nesse teor, a terra deve desempenhar uma função social que garanta o direito dos trabalhadores, do meio ambiente e da fraternidade. Não se pode apenas visualizar a consolidação da propriedade, o desenvolvimento do setor, sem verificar outros pontos de análise.

1.2.2 – Mudanças com a Lei de Terras e o fim da escravidão no país, a indústria cafeeira e o surgimento do Complexo Agroindustrial.

A promulgação da Lei de Terras representou um marco significativo, introduzindo uma nova abordagem para a aquisição de terras. Em vez de depender de posses e sesmarias, a partir desse momento, a compra e venda passaram a ser o método principal, definindo critérios para identificar terras devolutas e reconhecer propriedades de posseiros e sesmeiros, entre outros aspectos. Segundo Graziano da Silva (1982), esse período coincidiu com o fim do sistema colonial, marcando uma transição histórica importante.

Essa nova realidade permitiu que a terra fosse vista como um ativo sujeito a transmissão, garantia e uso. Nesse contexto, houve um crescimento significativo das fazendas cafeeiras no Brasil. Além da Lei de Terras, outro marco importante foi a promulgação da Lei Eusébio de Queiroz em 1850, que encerrou o tráfico de escravos africanos (Gonçalves, 2014).

Antes da abolição da escravatura, em 1888, ocorreu a introdução da mão de obra livre de imigrantes, impulsionada pelo desenvolvimento da cafeicultura. Segundo Albuquerque e Nicol (1987), esse desenvolvimento possibilitou um início de industrialização autossustentável no Brasil, identificado pelos autores nos anos de 1870 e 1880.

Nesse contexto, entre 1870 e 1880, houve uma grande expansão da indústria cafeeira, que se estendeu até 1930. No entanto, essa expansão foi afetada por fatores externos, como o "Crash" de 1929, uma quebra histórica da bolsa de valores internacional, resultando na diminuição das exportações do Brasil para diversos países afetados pela situação (Cano, 2015).

Essa crise perdurou até meados dos anos de 1930. Como resultado, houve uma subsequente expansão e diversificação das atividades industriais, principalmente nos setores de bens de consumo, nas regiões Sul e Sudeste. Isso marca os primeiros passos do processo de industrialização (Kageyama et al., 1996).

Em suma, pelo analisado, o Complexo Agroindustrial (CAI) começa a se consolidar com os elementos discutidos até agora, destacando-se a modernização da propriedade, a abolição da escravidão, a necessidade de mão-de-obra estrangeira devido ao crescimento da cafeicultura e, posteriormente, o declínio desse setor, que ainda assim proporcionou a estruturação do panorama e as bases para a indústria de primeiro setor.

Nesse contexto, durante o período conhecido como a "era" de Getúlio Vargas, houve um direcionamento para o interior do país, visando a colonização do território e a criação de uma base para a industrialização subsequente (Lima, 2011).

Além disso, mais adiante, Juscelino Kubitschek, com uma abordagem nacional-desenvolvimentista, iniciou um processo voltado para o desenvolvimento do país, marcado pelo lema "50 anos em 5" (Lima, 2011).

As regulamentações foram implementadas sequencialmente, entre as quais se destaca o Estatuto das Terras, promulgado em 1964, que inicialmente visava promover o desenvolvimento agrário. O Estatuto das Terras tinha como objetivo combater tanto o minifúndio quanto o latifúndio.

No texto do Estatuto, o "minifúndio" era definido como um imóvel rural de área e possibilidades inferiores às da propriedade familiar, enquanto o "latifúndio" era conceituado como um imóvel rural que excedia a dimensão máxima estabelecida conforme o artigo 46, § 1º, alínea b, desse mesmo estatuto (Brasil, 1964).

Observa-se que o objetivo era a gradual extinção dos institutos minifúndio e latifúndio, como se verifica na passagem do Estatuto da Terra: “[...]sistema de relações entre o homem, a propriedade rural e o uso da terra, capaz de promover a justiça social, o progresso e o bem-estar do trabalhador rural e o desenvolvimento econômico do país, com a gradual extinção do minifúndio e do latifúndio” (Brasil, 1964).

Porém, por um lado ter-se-ia a questão de que a terra se valoriza, mas, de outro lado, a pequena produção se fragiliza. A figura do pequeno produtor iria perdendo perspectiva nacionalmente. Sorj (1986) observou que “A agricultura passa a se reestruturar a partir da sua inclusão imediata no circuito da produção industrial, seja como consumidora de insumos e maquinarias, seja como produtora de matérias-primas para a transformação industrial”, assim, conforme destaca o autor, denota-se que houve uma nova definição em face às relações entre a agricultura e a indústria, a partir do desenvolvimento do complexo agroindustrial.

Silva (1982) observa que o contorno desta fase no período de 1965 a 1979, ficou destacada pelos críticos como “modernização conservadora”, ou “milagre econômico” pelos simpatizantes do regime militar, os quais, segundo o autor, provavelmente, a tenham patrocinado.

A partir desse momento, considerando as condições de desenvolvimento e valorização da terra, junto com os benefícios e desafios envolvidos, surge uma estrutura em torno do capital que culmina com a formação da agroindústria e, conseqüentemente, o

Complexo Agroindustrial. Isso impulsiona o setor agrícola e, como resultado, o termo comum para transações nessa área passa a ser o agronegócio.

1.3 – O AGRONEGÓCIO

O agronegócio brasileiro destaca-se como um dos mais produtivos e competitivos internacionalmente, abrangendo a produção diversificada de grãos, carne, frutas, açúcar, café e diversos outros produtos (FIA, 2021). Além de seu impacto na economia global, o agronegócio desempenha um papel essencial na produção de alimentos, na geração de empregos e no estímulo ao crescimento econômico.

O Brasil é considerado um país que devota grande atenção ao setor agrário, especialmente ao agronegócio. Isso se verifica com o crescimento do setor, de forma exemplificada, segundo dados levantados por Gabriel Costeira Machado (2021), conforme os quais, as safras de algodão, soja e milho atingiram, respectivamente, 7,4 milhões de toneladas, 124,8 milhões de toneladas e 102,6 milhões de toneladas (crescimentos de 4,9%, 4,3% e 2,5%, respectivamente), resultado da combinação de aumento da área e de ganhos de produtividade, conforme anteriormente destacado.

Contudo, para que o agronegócio desempenhe efetivamente seu papel, são necessárias diversas medidas. Isso inclui um aumento significativo nos investimentos, tanto em tecnologia quanto em infraestrutura industrial, além da expansão das áreas cultiváveis e do uso de agroquímicos. Um tema que frequentemente gera intensos debates é o uso de agrotóxicos.

O termo agrotóxico começou a ser adotado no Brasil com a Lei Federal nº 7.802, de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074, de 2002, que traz o seguinte conceito

“agrotóxicos e afins - produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento;” (BRASIL, 1989).

Os agrotóxicos são compostos químicos empregados na agricultura para proteger as plantações contra pragas, doenças e plantas invasoras. Embora possam oferecer benefícios, é importante destacar as desvantagens associadas a essas substâncias. Nos últimos anos, a discussão em torno do uso de agrotóxicos no contexto do agronegócio tem se intensificado, suscitando debates acalorados e preocupações crescentes. Não obstante, no Brasil houve nova

definição trazida pela Lei de agrotóxicos, Lei nº 14.785 de 27 de dezembro de 2023, em seu artigo 2º, inciso XXVI, que trouxe a seguinte conceituação:

“produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens ou na proteção de florestas plantadas, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;” (Brasil, 2023).

O uso excessivo desses produtos pode ter efeitos nocivos não apenas nas culturas, mas também em organismos vivos, incluindo os seres humanos. De acordo com Rigotto (2014), nas últimas décadas, o Brasil registrou um aumento de 190% no uso de agrotóxicos, posicionando o país como líder mundial em consumo desde 2008.

Destaca-se, ainda segundo a Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (Embrapa, 2023), que o controle por algumas empresas desse mercado no País demonstra que o consumo anual de pesticidas no Brasil tem sido superior a 300 mil toneladas de produtos comerciais.

O uso indiscriminado de agrotóxicos pode resultar em sérios impactos ambientais. A contaminação do solo, da água e a poluição do ar são preocupações frequentes. Substâncias químicas presentes nos agrotóxicos podem se infiltrar nos lençóis freáticos, prejudicando os ecossistemas aquáticos e afetando a biodiversidade. Além disso, o desvio de rota dos pesticidas pode atingir áreas que não seriam alvo, causando danos a organismos vivos (Belchior *et al.*, 2016).

A ampla utilização de agrotóxicos suscita debates e inquietações relacionadas à saúde humana. Os resíduos desses produtos podem persistir nos alimentos consumidos, e uma exposição prolongada pode acarretar graves consequências, como comprometimento do sistema imunológico, distúrbios neurológicos, câncer e desequilíbrios hormonais, entre outros (MS, 2021).

Isso tem instigado discussões sobre a urgência de regulamentações mais rígidas e práticas agrícolas sustentáveis, como estabelecido no Brasil pela Lei 7.802 de 1989. Nesse contexto, o uso indiscriminado de agrotóxicos apresenta desafios significativos. Os efeitos adversos, incluindo a contaminação do solo e da água, bem como a exposição dos trabalhadores rurais a essas substâncias, podem gerar sérios impactos ambientais e de saúde. Além disso, preocupa a resistência das pragas e doenças aos agrotóxicos, o que pode demandar o uso de produtos químicos mais potentes.

Ainda, verifica-se a busca reiterada em alterações de normativas a respeito, onde denota-se, destacadamente, o projeto de lei de no. 6.299 de 2002, que atualmente ganhou

novo número de tramitação, passando agora a ser identificado pelo número 1.459 de 2022 e foi convertido na Lei 14.785 de 2023 (Brasil, 2023).

O projeto 1.459/22, anteriormente destacado sob o no. 6.922/2022, agora sob a alcunha da Lei 14.785 de 2023, prevê maior agilidade em registros, facilitações por equiparação (sistema único de registro), prazos facilitadores, dentre outros pontos (BRASIL, 2023).

Assim, o que é chamado na Lei de “agrotóxicos”, pode ser ainda mais otimizado, tornando mais fácil a aquisição e a utilização, conseqüentemente, possibilitando o uso de forma ainda mais excessiva, mesmo, como visto, diante do já enorme crescimento do uso de agrotóxicos no país (Embrapa, 2023).

A Lei nº 14.785/2023 traz em seu texto mudanças significativas para o registro de agrotóxicos no Brasil, buscando um equilíbrio entre a agilidade e a segurança. Um dos pontos principais é a definição de um prazo máximo de 1 ano, em determinados casos, prevendo casos de prorrogação para a análise dos pedidos, impulsionando a entrada de novos produtos no mercado. Além disso, a lei estabelece um sistema de registro automático para agrotóxicos já aprovados em países considerados referência na avaliação de riscos, como Estados Unidos, União Europeia e Japão. Essa medida visa simplificar o processo e reduzir custos para as empresas (Brasil, 2023).

Pontos como os destacados levantam questionamentos sobre a qualidade da verificação sobre a necessidade de normatizações extras sobre o uso e impactos decorrentes da atividade utilizadora de agrotóxicos e eficácia das medidas atenuadoras previstas nos dispositivos legais atuais no país.

O desafio que se verifica na atualidade seria o de encontrar um equilíbrio entre a necessidade de produzir alimentos em quantidade suficiente para alimentar a crescente população global e a necessidade de preservar o meio ambiente e os seres vivos.

Observa-se que existem alternativas ao uso de agrotóxicos, como a agricultura orgânica, a agroecologia e o desenvolvimento de variedades de plantas resistentes a pragas e doenças (MS, 2021).

Portanto, é evidente que o agronegócio e o uso de agrotóxicos estão intimamente interligados, apresentando tanto vantagens quanto desafios. Salienta-se que a busca por práticas agrícolas mais sustentáveis e uma regulamentação apropriada são essenciais para equilibrar a necessidade de aumentar a produção de alimentos com a proteção do meio ambiente e da saúde humana.

O futuro do agronegócio depende da capacidade de identificar e implementar soluções que assegurem a segurança alimentar sem comprometer o nosso planeta e a qualidade de vida das próximas gerações.

1.4 MEDIDAS PARA EXPANSÃO AGRÍCOLA E CONSEQUÊNCIAS INICIAIS

Com o crescimento no setor agrícola e das negociações do setor, observa-se, então, um termo que ganha crescimento no Brasil, decorrente desta atividade agrícola, o agronegócio. Embora tenha se popularizado nos anos de 1950 e 1960, o termo agronegócio foi utilizado primeiramente por John H. Davis, da *Harvard University*, em 1955. Foi utilizado poucas vezes até 1960, mas durante aquela década ganhou ampla aceitação em nosso vocabulário de leitura e fala (RAWLINS, 1980, p. 20).

Pode-se destacar que são necessários investimentos em infraestrutura, que é fundamental para o agronegócio, como estradas, ferrovias, portos, armazéns e instalações de armazenamento adequadas, Crédito Rural, pois o acesso a financiamento é essencial para os agricultores e pecuaristas, dentre outras medidas.

Com o fortalecimento do setor, começa-se a expansão de outras áreas que ajudariam no progresso no setor agrícola, como a pesquisa, desenvolvimento e tecnologia, uma vez que são fundamentais para melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas (Santos; Araújo, 2017). Além disso, políticas de comércio exterior, sustentabilidade ambiental, políticas de segurança alimentar, necessidade de investimentos em maquinários, utilização de insumos, materiais, agrotóxicos, criação de incentivos fiscais, dentre outros, requeridos para o aumento das atividades no setor agrícola e no agronegócio.

Pode-se mencionar enquanto incentivos fiscais, desonerações como isenções ou reduções de impostos para produtores rurais, que poderiam ajudar a aliviar o setor agrícola (Saldanha, 2024). Em um momento posterior, a necessidade de investimentos, aquisição de tecnologias em maquinários e utensílios, a necessidade de crédito rural, que desempenharia um papel fundamental no agronegócio, fornecendo capital necessário para os agricultores e pecuaristas financiarem suas atividades agrícolas, essencial para alavancar o desenvolvimento do setor, ajudar na modernização das práticas agrícolas e garantir a segurança alimentar (Santos; Araújo, 2017).

Em consequência do avanço no setor agrícola e necessidade de facilidades para investimentos, verificam-se outras demandas do setor e o crescimento das atividades agrícolas, como taxas de juros favoráveis, tornando o crédito mais acessível aos agricultores,

com amortização flexível, podendo incluir a possibilidade de pagamento após a colheita, quando os produtores têm renda disponível, pois, juros altos prejudicariam a produtividade do agronegócio (CNN, 2023).

Afirma-se que uma das demandas essenciais para a expansão da atividade agrícola e do agronegócio é a necessidade de aumentar a produção de alimentos, especialmente na medida em que a população mundial continua a crescer, aumentando assim a demanda por alimentos. Porém, observa-se que esse aumento não está sendo suficiente para conter o avanço da fome no Brasil. A Oxfam, organização internacional que combate à pobreza e à fome, lançou em 2021 o relatório "O Vírus da Fome se Multiplica", que revela um paradoxo alarmante: a fome está crescendo no mundo mesmo com o aumento da produção de alimentos. O relatório aponta que, desde o início da pandemia de COVID-19, o número de pessoas em situação de fome extrema no mundo disparou, aumentando cinco vezes em apenas 14 meses. Em 2021, 155 milhões de pessoas em 55 países enfrentavam fome extrema, mais do que o número de mortes por COVID-19 no mesmo período. No Brasil, a situação não é diferente, segundo a Oxfam, o país regressou ao Mapa da Fome da ONU em 2022, após oito anos fora da lista. 33,1 milhões de brasileiros passam fome, o que representa 15% da população (Oxfam, 2022).

Isso poderia resultar em uma intensificação do uso de recursos necessários para essa expansão da produção. Assim, é importante ressaltar que, entre as demandas necessárias para o desenvolvimento agrícola, há dois pontos que requerem atenção especial devido aos potenciais impactos negativos que podem acarretar. Nesse sentido, verifica-se o aumento de necessidade de uso de área verde e, também, de agrotóxicos, para que se consiga ampliação e manutenção da atividade agrícola.

Neste ponto, surge uma incerteza: será realmente indispensável uma expansão que acarrete tais consequências negativas? Diante dessa demanda, é inevitável que tais necessidades resultem na expansão das áreas cultivadas, muitas vezes envolvendo o desmatamento de áreas naturais e causando danos aos organismos vivos locais. Além disso, essa expansão pode impulsionar a demanda por agrotóxicos, uma vez que novas áreas de cultivo frequentemente enfrentam problemas com pragas e doenças.

Essa busca pelo lucro, que se manifesta na necessidade de progresso, tem influenciado os rumos do setor agrícola desde a Revolução Verde. Segundo Porto-Gonçalves (2017), esse período foi marcado por um aumento significativo no uso de agrotóxicos, entre outros fatores, como a redução da vegetação nativa e seu impacto sobre os organismos vivos, que perderam seu habitat ecológico.

Esse aumento foi muito mais expressivo do que o crescimento da produção em si. Nesse contexto de expansão do setor, impulsionado pela busca pelo acúmulo de capital, as necessidades e os direitos humanos podem ser negligenciados em prol de um menor custo e maior lucro. Esse pode ser o caminho prioritário para o avanço do setor agrícola, onde o processo de acumulação de capital muitas vezes prevalece sobre as necessidades das pessoas (FLORES, 2009).

A que custo ocorreria o desenvolvimento do agronegócio e das atividades agrícolas? Ao considerar essa externalização de forma negativa, é claro que existem pontos positivos, mas também uma série de consequências adversas. Entre elas, destacam-se o desmatamento, a erosão do solo, os danos à biodiversidade, o êxodo rural, a exploração nas relações sociais de trabalho, entre outros aspectos que afetam negativamente toda a população (SHIVA, 2015).

O uso de áreas verdes, agrotóxicos e equipamentos com possíveis impactos negativos requer conscientização para conservar a biodiversidade e promover a sustentabilidade. É essencial equilibrar os pontos negativos com legislação e regulamentação adequadas.

Alternativas sustentáveis, como o aumento da produtividade em terras já cultivadas, são importantes. O planejamento integrado deve considerar a conservação de áreas verdes e o uso responsável de equipamentos. O uso indiscriminado de agrotóxicos pode causar impactos ambientais significativos e representar riscos para a saúde humana.

As alternativas sustentáveis ao uso de agrotóxicos têm ganhado cada vez mais destaque na agricultura contemporânea, refletindo a necessidade de práticas que protejam o meio ambiente e a saúde pública. Uma abordagem efetiva é o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que combina métodos biológicos, culturais e químicos para controlar pragas de maneira sustentável. Essa estratégia prioriza a utilização de inimigos naturais das pragas, reduzindo a dependência de produtos químicos.

Outra alternativa é o cultivo de plantas repelentes, que consiste em cultivar espécies que naturalmente afastam pragas ao redor das culturas principais. A rotação de culturas também se apresenta como uma prática valiosa; ao alternar diferentes tipos de plantas em uma mesma área, é possível interromper os ciclos de vida das pragas, além de contribuir para a saúde do solo.

A agroecologia é uma abordagem que se destaca ao promover práticas agrícolas que respeitam os ciclos naturais e a biodiversidade. Essa filosofia envolve o uso de adubação orgânica, a cobertura do solo e a conservação da água, visando um sistema agrícola mais equilibrado.

Sem dúvida, são necessárias alternativas e o cuidado com o uso de substâncias potencialmente nocivas, pois, como exemplo, a poluição da água e do solo, resultante da lixiviação de agrotóxicos para as águas subterrâneas e a contaminação do solo, pode ter impactos de longo prazo no ambiente (Spadotto, 2021). Por isso, uma gestão responsável do uso de agrotóxicos é essencial. Isso envolve a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, a promoção de métodos alternativos de controle de pragas, como a agricultura orgânica e de conservação, e a implementação de regulamentações rigorosas, adaptadas a cada caso específico, para garantir o uso seguro e eficaz dessas substâncias.

Diante do analisado inicialmente, o avanço da fronteira agrícola e o uso intensivo de insumos, como agrotóxicos, trazem diversas consequências para a fauna e flora, especialmente para os insetos polinizadores, como as abelhas. A perda de habitat, o envenenamento por agrotóxicos e a redução da disponibilidade de alimento são apenas alguns dos desafios que essas espécies enfrentam.

Complementarmente, diante das consequências negativas, o controle biológico, que utiliza organismos vivos, como insetos benéficos e microrganismos, pode ser uma solução eficaz para o controle de pragas sem a necessidade de químicos sintéticos. Técnicas de agricultura de precisão também poderiam ter resultados promissores, utilizando tecnologias como sensores e drones para monitorar as plantações e aplicar defensivos apenas onde realmente necessário. Isso não só reduziria a quantidade de produtos químicos utilizados, mas também melhora a eficiência da aplicação.

Além disso, o uso de biofertilizantes e biopesticidas, que são produtos orgânicos feitos a partir de extratos de plantas e microrganismos, representaria uma alternativa viável para a nutrição das plantas e proteção contra pragas.

Para proteger os polinizadores e garantir a saúde dos ecossistemas, é fundamental tomar medidas eficazes e abrangentes. A normatização do uso de agrotóxicos, com foco na proteção dos polinizadores, é essencial para reduzir o impacto desses produtos na fauna e flora. Além disso, áreas que apresentem riscos para os polinizadores devem ter atenção direcionada especial, com normatização própria e um licenciamento ambiental específico, que leve em consideração os impactos da atividade agrícola sobre a biodiversidade.

Práticas de conservação do solo, como cobertura do solo, plantio direto, também ajudam a manter a saúde do solo e reduzir a incidência de pragas. A educação e capacitação de agricultores em práticas sustentáveis seriam fundamentais para fomentar a adoção dessas alternativas. Investir em treinamentos e disseminar informações sobre técnicas agrícolas sustentáveis pode resultar em uma mudança significativa nas práticas de cultivo. Por fim,

incentivos governamentais, licenciamentos específicos e certificações que promovem práticas agrícolas sustentáveis podem estimular os agricultores a reduzir ou eliminar o uso de agrotóxicos, contribuindo para um ambiente mais saudável e seguro.

Estudos aprofundados sobre as espécies de polinizadores e seus habitats são cruciais para identificar as áreas de maior risco e desenvolver medidas de mitigação adequadas. Com a implementação dessas medidas de forma conjunta e responsável, poder-se-ia garantir maior proteção dos polinizadores, a segurança alimentar e a preservação da biodiversidade para as gerações presentes e futuras. É justamente dessas questões que os próximos capítulos desse estudo irão se ocupar.

2 – SEGURANÇA ALIMENTAR MUNDIAL E A CORRELAÇÃO COM INSETOS POLINIZADORES

Nesse momento da pesquisa iniciar-se-á uma verificação sobre a Segurança Alimentar mundial, passando pelo entendimento acerca de insetos polinizadores, importância de tais insetos, dados a respeito dos impactos do avanço agrícola sobre habitats destas espécies e mortalidade destes organismos vivos.

A segurança alimentar mundial desponta como um dos temas mais debatidos no atualmente, dada a constante expansão da população global e as crescentes ameaças impostas pelas mudanças climáticas à produção agrícola (Godfray et al., 2010).

Dessa forma, a conceituação e entendimento sobre a Segurança Alimentar mundial ganha importância em um contexto internacional. Poder-se-ia indicar o sentido de Segurança Alimentar como sendo a garantia de acesso a alimentos nutritivos e em quantidade suficiente para todas as pessoas e que seria não apenas essencial para promover um desenvolvimento humano sustentável, mas também para mitigar os índices de pobreza que assolam diversas regiões do mundo (FAO, 2009).

Nessa conjuntura, os insetos polinizadores emergem como protagonistas fundamentais, desempenhando um papel insubstituível na produção de alimentos ao facilitar a reprodução de uma vasta gama de culturas agrícolas. A dependência das culturas agrícolas em relação aos insetos polinizadores ressalta a importância vital desses organismos para a segurança alimentar global. Estima-se que mais de 75% das culturas destinadas ao consumo humano dependam da polinização realizada por insetos, abrangendo desde frutas e vegetais até oleaginosas e grãos (Breeze et al., 2014).

A ausência de uma polinização adequada poderia acarretar em uma diminuição significativa na produtividade e qualidade dos alimentos, potencialmente resultando em escassez e aumentos nos preços dos produtos alimentícios (Aizen et al., 2009).

Entretanto, os insetos polinizadores enfrentam uma série de desafios que colocam em risco suas populações e, por conseguinte, a segurança alimentar mundial (Potts et al., 2010). A perda de habitat desponta como um dos principais desafios, sendo ocasionada pelo avanço da urbanização, a prática da agricultura intensiva e o desmatamento desenfreado.

Dentre diversos fatores, destaca-se o uso de substâncias prejudiciais, como os agrotóxicos, que poderiam ser um fator significativo na mortalidade das abelhas e em sua saúde geral. Esses insetos polinizadores desempenham um papel crucial na agricultura e na

manutenção da biodiversidade, sendo responsáveis pela polinização de muitas plantas que compõem nosso alimento.

Os agrotóxicos são utilizados para controlar pragas, mas sua toxicidade pode afetar as abelhas de várias maneiras. Essas substâncias podem ser ingeridas por meio do néctar e do pólen contaminados, levando à morte imediata ou a efeitos subletais que comprometem sua capacidade de forrageamento, navegação e até mesmo a reprodução. Além disso, a exposição crônica a esses produtos pode prejudicar o sistema imunológico das abelhas, tornando-as mais suscetíveis a doenças e infecções. Os efeitos não se restringem apenas a indivíduos, mas também podem impactar colônias inteiras, resultando em colapsos populacionais.

Além disso, o uso indiscriminado de pesticidas, especialmente os neonicotinoides, tem sido fortemente associado ao declínio nas populações de insetos polinizadores (Goulson et al., 2015).

Não obstante, as mudanças climáticas exercem pressão adicional sobre esses insetos, impactando sua distribuição geográfica, abundância e padrões comportamentais. O conjunto de fatores, destacadamente os decorrentes de ação humana, são notadamente negativos aos insetos polinizadores.

A diminuição das populações de abelhas não é apenas uma preocupação ecológica, mas também econômica, uma vez que a polinização é vital para a produção de muitos alimentos, ponto de bastante atenção na agroecologia. Portanto, a busca por alternativas sustentáveis no manejo agrícola é essencial para proteger esses polinizadores e garantir a saúde dos ecossistemas.

Diante desses desafios, torna-se imperativo adotar medidas coordenadas e eficazes para proteger os insetos polinizadores e, por conseguinte, garantir a segurança alimentar global e, até mesmo, sobrevivência de outras espécies, como a humana.

A conservação de habitats naturais desponta como uma estratégia crucial para fornecer refúgio e recursos alimentares para os insetos polinizadores. A preservação e restauração de áreas como pradarias, florestas e áreas úmidas são de suma importância para sustentar as populações desses insetos.

Não menos importante, pelo contrário, fato que deve possuir grande atenção destinada, a redução do uso de pesticidas figura como outra medida primordial para proteger os insetos polinizadores.

A promoção de práticas agrícolas sustentáveis como a adoção da agricultura orgânica e o emprego de métodos integrados de controle de pragas, pode contribuir significativamente para minimizar a exposição desses insetos a substâncias químicas nocivas.

O manejo sustentável das culturas agrícolas também desempenha um papel fundamental na proteção dos insetos polinizadores.

A adoção de práticas que promovam a diversidade de plantas e a rotação de culturas pode fornecer uma ampla gama de recursos alimentares para esses insetos ao longo de todo o ano.

Por conseguinte, o monitoramento e a pesquisa são indispensáveis para compreender melhor as causas do declínio das populações de insetos polinizadores e desenvolver estratégias eficazes de conservação.

Investimentos em estudos relacionados à ecologia, comportamento e saúde desses insetos são vitais para orientar políticas e práticas de manejo adequadas (Garibaldi et. Al, 2013).

Por fim, a educação pública desempenha um papel crucial na proteção dos insetos polinizadores e na promoção da segurança alimentar.

A conscientização sobre a importância desses insetos para a produção de alimentos pode inspirar ações individuais e comunitárias para protegê-los.

Em suma, a preservação e a promoção da saúde das populações de insetos polinizadores são fundamentais para garantir a segurança alimentar mundial.

Somente por meio de esforços coordenados e sustentáveis será possível enfrentar os desafios existentes e assegurar uma alimentação adequada para as gerações presentes e futuras.

2.1 SEGURANÇA ALIMENTAR MUNDIAL

A Segurança Alimentar mundial é um dos temas mais relevantes da atualidade, despertando a atenção de organizações internacionais, governos e sociedade civil. A busca pelo entendimento e medidas para seu alcance são constantes.

Pode-se dizer que a Segurança Alimentar mundial se pautaria na busca e possibilitação de alimentos nutritivos e em quantidade suficiente para toda a população. Fato que seria fundamental, não apenas para promover o desenvolvimento humano sustentável, mas, também, para reduzir, até extinguir, a fome e a desnutrição que ainda afligem milhões de pessoas em todo o mundo (FAO, 2009).

O Brasil possui uma agricultura diversificada e altamente produtiva, capaz de atender às demandas internas e externas por uma ampla variedade de alimentos (IBGE, 2020). Com vastas extensões de terras férteis e um clima favorável para a produção agrícola, o país se

destaca na produção de commodities como soja, milho, café, carne bovina e aves, embora ainda haja insegurança alimentar no Brasil.

Porém, mesmo possuindo em seu interior produção de alimentos de forma destacada, verifica-se que no Brasil existem desafios significativos em relação à Segurança Alimentar, incluindo questões relacionadas à desigualdade socioeconômica, à concentração de terras e ao acesso inadequado a serviços básicos como saúde e educação. Além disso, as mudanças climáticas representam uma ameaça crescente para a produção agrícola, podendo afetar a disponibilidade e o acesso a alimentos no país (FAO, 2018).

O crescimento populacional contínuo e as mudanças climáticas representam desafios consideráveis para a Segurança Alimentar mundial (Godfray et al., 2010). As mudanças climáticas impactam a disponibilidade de água e solo fértil, assim como os padrões de cultivo e distribuição de alimentos (IPCC, 2014).

O aumento da demanda por alimentos requer o desenvolvimento de estratégias eficazes para incrementar a produção agrícola sem comprometer os recursos naturais. De onde se poderiam apontar elementos adicionais estratégicos, como a promoção da agricultura sustentável que desempenha um papel crucial na garantia da segurança alimentar em longo prazo.

No mesmo sentido, destaca-se que práticas agrícolas que visam conservar o solo, a água e a biodiversidade contribuem para a resiliência dos sistemas alimentares diante dos desafios climáticos e ambientais. Além disso, a diversificação de cultivos e a adoção de práticas agroecológicas podem não só aumentar a produtividade, mas também a estabilidade dos sistemas alimentares (Foley et al., 2011).

Nessa perspectiva, pode-se destacar que o avanço tecnológico desempenha um papel significativo na promoção da segurança alimentar. Novas técnicas agrícolas, como a agricultura de precisão e a biotecnologia, têm o potencial de aumentar a eficiência produtiva e reduzir o desperdício de alimentos (Royal Society, 2009).

A crescente demanda por alimentos tem levado a um aumento significativo na atividade agrícola. Este fenômeno é impulsionado por fatores como o crescimento populacional, a urbanização e as mudanças nos padrões de consumo, que exigem uma produção maior e mais eficiente.

Para atender a essa demanda, muitos agricultores têm expandido suas áreas de cultivo e intensificado o uso de insumos, como fertilizantes e pesticidas. Esse aumento na atividade agrícola, embora necessário para garantir a segurança alimentar, pode acarretar

sérias consequências ambientais. A ampliação das fronteiras agrícolas muitas vezes resulta em desmatamento, perda de biodiversidade e degradação dos solos.

Além disso, o uso excessivo de produtos químicos pode contaminar a água, afetar a saúde dos ecossistemas e ameaçar a vida de polinizadores essenciais, como as abelhas. Portanto, é crucial que o crescimento da atividade agrícola seja acompanhado por práticas mais sustentáveis que visem minimizar esses impactos. Isso inclui a adoção de técnicas como a agricultura de precisão, a rotação de culturas e o uso de biopesticidas, que podem aumentar a produtividade sem comprometer a saúde do meio ambiente. O desafio está em equilibrar a necessidade de produzir mais alimentos com a responsabilidade de proteger nossos recursos naturais para as gerações futuras.

Entretanto, é crucial assegurar que essas tecnologias sejam acessíveis e sustentáveis, evitando impactos adversos sobre o meio ambiente e a saúde humana.

Pois, apesar dos avanços na produção de alimentos, milhões de pessoas em todo o mundo continuam enfrentando insegurança alimentar devido a desigualdades socioeconômicas e políticas (IFPRI, 2018).

As dificuldades enfrentadas no tocante ao acesso a alimentos poderiam ser elencadas em um rol exemplificativo elástico, porém, em suma, pode-se apontar a pobreza, a falta de acesso adequado a recursos naturais e a carência de infraestrutura como fatores que contribuem para a vulnerabilidade alimentar em muitas comunidades. A promoção da equidade no acesso a alimentos é essencial para alcançar a segurança alimentar para todos (De Schutter, 2014).

Não se pode deixar de destacar que a globalização tem impactado significativamente os sistemas alimentares, influenciando a produção, distribuição e consumo de alimentos em escala global (McMichael, 2009). Mas, mesmo assim, embora a expansão do comércio internacional de alimentos tenha proporcionado benefícios econômicos, também tem gerado desafios, como a dependência de alimentos importados e a perda de diversidade agrícola (Clapp, 2017).

É fundamental adotar abordagens que promovam a Segurança Alimentar dentro desta perspectiva de aumento de produção, de globalização, embora ainda haja problemas de acesso a estes alimentos, como demonstrado, mas, sem comprometer a soberania alimentar e a diversidade cultural.

No meio desse contexto de aumento produtivo, busca de mitigação do não acesso aos alimentos, há de se destacar a questão ambiental diante dessa expansão de produção. A conservação do meio ambiente desempenha um papel crítico na garantia da Segurança

Alimentar. A degradação dos ecossistemas, a perda de biodiversidade e a poluição dos recursos naturais representam ameaças à produção de alimentos e à saúde humana (Rockström et al., 2009).

A promoção da sustentabilidade ambiental, incluindo a proteção de áreas naturais e a redução da pegada ecológica da agricultura, é fundamental para garantir a disponibilidade de alimentos saudáveis e nutritivos no futuro (Foley et al., 2011). A resiliência dos sistemas alimentares é essencial para enfrentar choques e estresses, como desastres naturais, conflitos e crises econômicas (IPES, 2016).

A diversificação de cultivos, o fortalecimento da agricultura familiar e a promoção de sistemas alimentares locais podem aumentar a capacidade de adaptação das comunidades diante de mudanças adversas. Além disso, é importante investir em sistemas de alerta precoce e redes de Segurança Alimentar para garantir uma resposta eficaz a crises alimentares (FAO, 2010).

Adicionalmente a questões de produção e alcance de alimentos e, ainda, relacionadas ao meio ambiente, para aumento produtivo no setor agrícola e garantia de Segurança Alimentar, pode-se destacar, dentre outros, o ponto da processo de urbanização. Este processo apresenta desafios específicos para a segurança alimentar, especialmente em áreas urbanas pobres e densamente povoadas. Também, o crescimento das cidades aumenta a demanda por alimentos, ao mesmo tempo em que reduz a disponibilidade de terras agrícolas próximas aos centros urbanos. A falta de acesso a alimentos frescos e nutritivos, aliada à má nutrição e à insegurança alimentar, são problemas comuns em muitas áreas urbanas (FAO, 2019).

Estratégias que promovam a produção local de alimentos, a agricultura urbana e o acesso equitativo a alimentos são essenciais para enfrentar esses desafios. Dessa forma, o futuro da Segurança Alimentar depende de uma série de fatores, incluindo políticas públicas, inovação tecnológica e ações coletivas da sociedade (FAO, 2018). A promoção de sistemas alimentares sustentáveis e inclusivos é uma prioridade global que requer o comprometimento de governos, setor privado, organizações não governamentais e comunidades locais (HLPE, 2017).

Para enfrentar esses desafios, o Brasil vem adotando uma série de políticas públicas e programas sociais voltados para a promoção da Segurança Alimentar.

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), por exemplo, tem como objetivo garantir o acesso de crianças e adolescentes a uma alimentação saudável e adequada nas escolas públicas. Ainda, o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), por sua vez, promove a compra direta de alimentos da agricultura familiar para distribuição em escolas e

instituições públicas, contribuindo para o fortalecimento da agricultura familiar e o combate à fome e à pobreza (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2020).

Essas iniciativas são essenciais para garantir a segurança alimentar da população brasileira e para promover a contribuição positiva do país para a segurança alimentar mundial.

Em resumo, a Segurança Alimentar mundial é uma questão de importância estratégica para o Brasil, dada sua posição como um dos principais produtores e exportadores de alimentos do mundo. Garantir o acesso a alimentos nutritivos e em quantidade suficiente não apenas para sua própria população, mas também para o mercado global, é essencial para promover o desenvolvimento sustentável e combater a fome e a desnutrição em todo o mundo.

Dentre as medidas demonstradas, agricultura urbana, produção local, utilização de metodologias agroecológicas, não se poderia deixar de destacar um fator importantíssimo que seria a produção expandida de forma natural, como a polinização.

Insetos polinizadores desempenham um papel crucial na produção de alimentos em todo o mundo, sendo responsáveis por garantir a reprodução de muitas culturas agrícolas. Sua importância vai além da simples polinização, impactando diretamente a Segurança Alimentar global.

Diante dessa visão, investimentos em pesquisa, educação, medidas ambientais e infraestrutura são essenciais para garantir a disponibilidade de alimentos nutritivos e acessíveis para todos, agora e no futuro (FAO, 2018).

2.2 IMPORTÂNCIA DOS INSETOS POLINIZADORES

Os insetos polinizadores, incluindo abelhas, borboletas, vespas, besouros e moscas, desempenham um papel fundamental na polinização de uma ampla variedade de culturas agrícolas.

Estima-se que mais de setenta e cinco por cento das culturas destinadas ao consumo humano dependam da polinização realizada por insetos (Breeze et al., 2014). Isso inclui uma variedade de alimentos, como frutas, vegetais, oleaginosas e grãos, que são essenciais para uma dieta saudável e equilibrada.

A polinização realizada pelos insetos contribui diretamente para a produtividade e qualidade dos alimentos. Muitas culturas agrícolas, como maçãs, morangos, café e amêndoas,

dependem inteiramente da polinização por insetos para a formação de frutos e sementes (Klein et al., 2007).

Além disso, a polinização aumenta a uniformidade dos frutos, resultando em colheitas mais abundantes e de melhor qualidade (Aizen et al., 2009).

Apesar da sua importância, os insetos polinizadores enfrentam uma série de ameaças que colocam em risco suas populações e, conseqüentemente, a segurança alimentar global.

A perda de habitat é uma das principais ameaças, causada pelo avanço da urbanização, pela expansão da agricultura intensiva e pelo desmatamento (Steffan-Dewenter et al., 2002).

A destruição dos habitats naturais reduz a disponibilidade de locais de nidificação e de recursos alimentares essenciais para os insetos polinizadores. Além disso, o uso indiscriminado de agrotóxicos, como, por exemplo, os neonicotinoides, tem sido associado ao declínio nas populações de insetos polinizadores (Goulson et al., 2015).

Embora essa expansão agrícola seja essencial para garantir a segurança alimentar, ela traz consigo sérias conseqüências para o meio ambiente. A expansão das fronteiras agrícolas frequentemente resulta em desmatamento, diminuição da biodiversidade e degradação do solo. Além disso, o uso excessivo de produtos químicos poderia contaminar fontes de água, prejudicar ecossistemas e colocar em risco a vida de polinizadores fundamentais, como as abelhas.

Dessa forma, é vital que o crescimento da agricultura seja acompanhado por práticas mais sustentáveis, que busquem minimizar esses impactos. Isso pode incluir a implementação de técnicas como agricultura de precisão, rotação de culturas e o uso de biopesticidas, que permitem aumentar a produtividade sem comprometer a saúde do ambiente.

O verdadeiro desafio reside em encontrar um equilíbrio entre a necessidade de aumentar a produção de alimentos e a responsabilidade de preservar nossos recursos naturais. Esses produtos químicos podem contaminar o néctar e o pólen das flores, tornando-os tóxicos para os insetos. Acrescendo ao fato de perda de habitats (pelo aumento de uso de áreas verdes para produção agrícola), impacto negativo sofrido pelo excesso de uso de agrotóxicos, não se poderia deixar de mencionar as doenças e patógenos, pois, também representam uma ameaça significativa, com o ácaro *Varroa destructor* sendo uma das principais causas do declínio das populações de abelhas (Rosenkranz et al., 2010).

Diante desses desafios, torna-se imperativo adotar medidas coordenadas e eficazes para proteger os insetos polinizadores e garantir a segurança alimentar global. A conservação

de habitats naturais é uma estratégia crucial para fornecer refúgio e recursos alimentares para os insetos polinizadores (Winfree et al., 2009).

Isso inclui a preservação e a restauração de áreas como pradarias, florestas e áreas úmidas, que servem como habitats vitais para esses insetos. A redução do uso de pesticidas também é essencial para proteger os insetos polinizadores.

A promoção de práticas agrícolas sustentáveis, como a agricultura orgânica e o uso de métodos integrados de controle de pragas, pode minimizar a exposição desses insetos a substâncias químicas nocivas, conforme se conclui pelo exposto.

As alternativas sustentáveis ao uso de agrotóxicos estão se tornando cada vez mais relevantes na agricultura moderna, visando proteger o meio ambiente e a saúde pública. O Manejo Integrado de Pragas é uma abordagem eficaz que combina métodos biológicos, culturais e químicos, priorizando o uso de inimigos naturais das pragas para reduzir a dependência de químicos.

Destaca-se na agroecologia a promoção de práticas que respeitam os ciclos naturais, utilizando adubação orgânica, cobertura do solo e conservação da água. O controle biológico, que envolve organismos vivos, também é uma solução eficiente para o manejo de pragas. As técnicas de agricultura de precisão, que empregam tecnologias novas, poderiam permitir a aplicação de defensivos apenas onde necessários, aumentando a eficiência e reduzindo o uso de produtos químicos.

Ainda, o uso de biofertilizantes e biopesticidas, além de práticas de conservação do solo, contribui para um cultivo mais saudável. A capacitação de agricultores em práticas sustentáveis é essencial para a adoção dessas alternativas. Investir em educação e treinamentos pode transformar significativamente as práticas agrícolas. Incentivos governamentais e certificações também incentivam os agricultores a reduzir ou eliminar agrotóxicos, promovendo um ambiente mais saudável e sustentável a longo prazo.

Assim, o manejo sustentável das culturas agrícolas, incluindo a promoção da diversidade de plantas e a rotação de culturas, pode fornecer uma ampla gama de recursos alimentares para os insetos ao longo do ano (Garratt et al., 2014).

2.3 ABELHAS COMO INSETOS POLINIZADORES

As abelhas desempenham um papel vital na polinização de uma ampla variedade de culturas agrícolas em todo o mundo. Sua importância vai além da simples atividade de polinização, impactando diretamente a Segurança Alimentar global.

As abelhas têm desempenhado um papel fundamental na polinização de plantas ao longo da história. Desde tempos antigos, os humanos observaram o comportamento das abelhas e reconheceram sua importância na produção de frutas e sementes.

Civilizações antigas, como os egípcios e os gregos, reverenciavam as abelhas e as consideravam símbolos de fertilidade e prosperidade (Baltoni, 2022). A domesticação das abelhas para a produção de mel e cera também remonta a milhares de anos, evidenciando a estreita relação entre humanos e abelhas ao longo do tempo.

As abelhas são insetos pertencentes à ordem Hymenoptera e à família Apidae, e são conhecidas por sua organização social e comportamento altamente desenvolvido. As colônias de abelhas são compostas por uma rainha, drones e operárias, cada um desempenhando funções específicas dentro da colméia (Atual, 2021).

A rainha é responsável pela reprodução, os drones pela fertilização e as operárias por tarefas como coleta de néctar, produção de mel e polinização. As abelhas são polinizadores eficientes devido às adaptações morfológicas e comportamentais que desenvolveram ao longo da evolução (Atual, 2021).

A polinização realizada pelas abelhas é essencial para a reprodução de uma ampla variedade de plantas com flores. Estima-se que mais de 80% das plantas com flores do mundo dependam da polinização por insetos, com as abelhas sendo responsáveis por uma grande parte desse serviço (Klein et al., 2007).

As abelhas polinizadoras são fundamentais para a biodiversidade e a produção de alimentos, sendo responsáveis por polinizar cerca de um terço das culturas agrícolas do mundo, como frutas, legumes e nozes.

Esse processo não só garante o desenvolvimento de sementes e frutos, mas também assegura a qualidade nutricional dos alimentos, resultando em colheitas mais abundantes e sustentando milhões de pessoas.

Além de sua importância agrícola, as abelhas impactam profundamente os ecossistemas ao polinizar plantas silvestres, que servem de alimento e abrigo para diversas espécies. A diversidade de plantas, favorecida pelas abelhas, é crucial para a resiliência ambiental, ajudando a estabilizar solos e melhorar a qualidade da água.

Entretanto, como destacado, as abelhas enfrentam sérios desafios, como o uso excessivo de agrotóxicos, a perda de habitat, as mudanças climáticas e doenças. A proteção dessas polinizadoras é vital não apenas para a agricultura, mas também para a preservação da biodiversidade e a saúde dos ecossistemas.

A polinização realizada pelas abelhas aumenta a produtividade e qualidade das culturas agrícolas, resultando em colheitas mais abundantes e de melhor qualidade. Estudos demonstraram que a presença de abelhas aumenta significativamente o rendimento de culturas como maçãs, morangos, amêndoas e café (Klein et al., 2007).

As culturas agrícolas que dependem da polinização por abelhas incluem frutas, vegetais, oleaginosas e culturas de grãos, que são vitais para a Segurança Alimentar e nutricional de bilhões de pessoas em todo o mundo.

Além disso, as abelhas contribuem para a diversidade genética das plantas, promovendo a adaptação e a resiliência das culturas agrícolas diante de mudanças ambientais e climáticas.

Porém, estes insetos polinizadores enfrentam ameaças, como redução de habitats (por aumento do uso de área verde para expansão agrícola), efeitos negativos decorrentes do uso de agrotóxicos e, ainda, doenças específicas que incidem sobre essa espécie.

Assim, apesar de sua importância, as populações de abelhas em todo o mundo estão enfrentando sérios desafios que ameaçam sua sobrevivência e a Segurança Alimentar em nível mundial. Steffan-Dewenter (2002) explica que a perda de habitat devido ao desmatamento, urbanização e agricultura intensiva é uma das principais ameaças às abelhas.

A destruição de áreas naturais reduz a disponibilidade de locais de nidificação e de recursos alimentares essenciais para as abelhas, diminuindo sua capacidade de sobrevivência e reprodução.

O uso indiscriminado de agrotóxicos, também representa uma ameaça significativa para as abelhas e outros polinizadores. Goulson (2015) explica que estudos demonstraram que a exposição a agrotóxicos pode afetar negativamente o comportamento, a reprodução e a sobrevivência das abelhas, contribuindo para o declínio das populações.

Além disso, a contaminação de néctar e pólen com resíduos de pesticidas pode comprometer a saúde das colônias e a qualidade do mel produzido.

Observa-se, também, que as mudanças climáticas representam uma ameaça adicional para as populações de abelhas, afetando sua distribuição geográfica, padrões de floração das plantas e disponibilidade de recursos alimentares (Kerr et al., 2015).

O aumento da temperatura, eventos climáticos extremos e mudanças nos padrões de precipitação podem impactar a disponibilidade de néctar e pólen, afetando diretamente a saúde e o sucesso reprodutivo das abelhas.

Dessa forma, é necessário que se busque preservação desse inseto polinizador tão importante. Diante desses desafios, torna-se imperativo adotar medidas coordenadas e

eficazes para proteger as populações de abelhas e garantir a segurança alimentar global. A conservação de habitats naturais é uma estratégia crucial para fornecer refúgio e recursos alimentares para as abelhas (Winfree et al., 2013).

Isso inclui a preservação e a restauração de áreas como pradarias, florestas e áreas úmidas, que servem como habitats vitais para esses insetos.

A redução do uso de pesticidas também é essencial para proteger as abelhas e outros polinizadores. A promoção de práticas agrícolas sustentáveis, como a agricultura orgânica e o uso de métodos integrados de controle de pragas, pode minimizar a exposição desses insetos a substâncias químicas nocivas (Kremen et al., 2012). Além disso, o manejo sustentável das culturas agrícolas, incluindo a promoção da diversidade de plantas e a rotação de culturas, pode fornecer uma ampla gama de recursos alimentares para as abelhas ao longo do ano.

A educação e conscientização pública também são fundamentais para promover a conservação das abelhas e a importância da polinização para a segurança alimentar. Programas de educação ambiental, campanhas de sensibilização e iniciativas de engajamento comunitário podem ajudar a aumentar a conscientização sobre as ameaças enfrentadas pelas abelhas e ações que podem ser tomadas para protegê-las (Winfree et al., 2013).

Proteger as populações de abelhas requer ações coordenadas em nível local, nacional e global, incluindo conservação de habitats, redução do uso de pesticidas, manejo sanitário adequado e educação pública.

Somente por meio de esforços conjuntos e sustentáveis será possível garantir a sobrevivência das abelhas e a disponibilidade de alimentos nutritivos para as gerações presentes e futuras.

2.4 PRINCIPAIS CAUSAS DA MORTANDADE DE ABELHAS

Nos últimos anos, tem sido observado um preocupante declínio nas populações de abelhas em todo o mundo. Essa mortandade massiva de abelhas representa não apenas uma ameaça para esses importantes polinizadores, mas também para a segurança alimentar global e a saúde dos ecossistemas.

Diversos fatores têm sido identificados como causas desse declínio, e compreender suas interações é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de conservação das abelhas e promoção da agricultura sustentável.

Dentre as causas que podem estar incidindo sobre a mortandade das abelhas tem-se a perda do seu habitat, pelo uso de áreas verdes, uso de agrotóxicos, mudanças climáticas (de

conhecimento público ter correlação com a ação humana), doenças e parasitas, estresse ambiental, nutrição em deficiência, destacando-se estes fatores, dentre outros possíveis.

Tratando-se da perda de sua morada habitual, a destruição e fragmentação de habitats naturais são fatores significativos que contribuem para a redução das populações de abelhas (Steffan-Dewenter et al., 2002).

O desmatamento, a expansão urbana e a conversão de áreas naturais em terras agrícolas reduzem a disponibilidade de locais de nidificação e recursos alimentares para as abelhas. Pode-se citar, também, a questão de as mudanças climáticas estarem afetando os padrões de floração das plantas e a disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas (Kerr et al., 2015).

Aumento da temperatura, eventos climáticos extremos e alterações nos padrões de chuva podem comprometer a sobrevivência e o sucesso reprodutivo das abelhas. Não obstante, estes insetos polinizadores também traçam uma batalha contra perigos naturais que se agravam pelo desequilíbrio ambiental. As abelhas enfrentam ameaças de várias doenças e parasitas, incluindo o ácaro *Varroa Destructor* e vírus associados (Rosenkranz et al., 2010).

A propagação dessas doenças é facilitada pela movimentação de colmeias e práticas inadequadas de manejo apícola.

Diante de alterações ambientais e em seus habitats, a disponibilidade de uma dieta diversificada e nutritiva que é fundamental para a saúde das abelhas, pode não ser alcançada. A monocultura agrícola e a perda de biodiversidade reduzem a variedade de flores disponíveis para as abelhas, afetando sua nutrição e imunidade. Tal ponto leva à questão de estresse ambiental. As abelhas estão sujeitas a uma série de estresses ambientais, incluindo poluição do ar, contaminação da água e exposição a produtos químicos tóxicos.

Esses estresses podem comprometer a saúde e a vitalidade das colônias de abelhas, tornando-as mais suscetíveis a doenças e outros fatores de mortalidade. De forma crescente e perigosa, pode-se destacar o uso exacerbado de agrotóxicos como causa de mortandade de abelhas. Esses produtos químicos são amplamente utilizados na agricultura para controlar pragas, mas sua toxicidade para as abelhas tem sido bem documentada em estudos científicos.

É importante destacar que muitas vezes as causas da mortalidade das abelhas estão inter-relacionadas e atuam em conjunto para aumentar a vulnerabilidade desses insetos (Goulson et al., 2015).

Por exemplo, o uso de agrotóxicos pode enfraquecer o sistema imunológico das abelhas, tornando-as mais suscetíveis a doenças e parasitas. O declínio das populações de

abelhas representa uma ameaça direta para a agricultura, uma vez que esses insetos desempenham um papel crucial na polinização de culturas agrícolas (Klein et al., 2007).

Sem a polinização adequada, muitas culturas não conseguem produzir frutos e sementes, resultando em perdas significativas de colheitas e prejuízos econômicos para os agricultores. Além do impacto na agricultura, o declínio das populações de abelhas também tem consequências para a saúde dos ecossistemas (Winfree et al., 2013). As abelhas são importantes polinizadores de plantas silvestres e desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade e na estabilidade dos ecossistemas terrestres.

A polinização é um processo essencial para a reprodução de muitas plantas, e as abelhas são alguns dos polinizadores mais eficazes. Sem a polinização adequada, muitas culturas agrícolas, como frutas e vegetais, não conseguem produzir frutos e sementes. Isso pode levar a perdas significativas nas colheitas, o que, por sua vez, resulta em prejuízos econômicos para os agricultores e ameaça a segurança alimentar.

Além do impacto direto na agricultura, a diminuição das populações de abelhas também afeta a saúde dos ecossistemas. As abelhas polinizam não apenas culturas cultivadas, mas também uma variedade de plantas silvestres, que são essenciais para a manutenção da biodiversidade.

Essa diversidade vegetal é fundamental para a estabilidade dos ecossistemas, pois as plantas oferecem alimento e habitat para diversas espécies animais, contribuindo para o equilíbrio ambiental. Mediante tal panorama, do declínio das populações de abelhas, é crucial agir rapidamente para proteger esses polinizadores.

Isso implica implementar políticas que promovam um manejo sustentável da terra, que inclua a redução do uso de pesticidas, a proteção de habitats naturais e a promoção de práticas agrícolas que sejam benéficas para as abelhas.

Diante da gravidade da situação, é urgente tomar medidas para proteger as populações de abelhas e promover a conservação desses importantes polinizadores (Vanbergen & Initiative, 2013). Isso requer a implementação de políticas de manejo sustentável da terra, redução do uso de pesticidas, proteção de habitats naturais e promoção de práticas agrícolas amigáveis às abelhas.

2.5 DADOS SOBRE MORTANDADE DE ABELHAS

Dados Estatísticos sobre a Mortalidade de Abelhas De acordo com um relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a taxa de

mortalidade de abelhas aumentou em média 30% nos últimos anos em várias regiões do mundo.

Nos Estados Unidos, o Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal (APHIS) relatou que as taxas de mortalidade de colônias de abelhas durante o inverno atingiram níveis alarmantes de até 45% em algumas áreas agrícolas (APHIS, 2023).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a taxa de mortalidade de colônias de abelhas no Brasil aumentou em média 40% nos últimos cinco anos (IBGE, 2022).

De acordo com levantamentos realizados por órgãos estaduais de agricultura, como a Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, algumas regiões do país registraram taxas de mortalidade de abelhas superiores a 50% em determinados períodos do ano (São Paulo, 2023).

Testes laboratoriais indicara que seria devido o direto contato com agrotóxico a quantidade de morte de abelhas também no estado de São Paulo, com produção de mel chega a 3,7 mil toneladas por safra (10% do total nacional, aproximadamente) (Globo, 2019).

Pesquisas conduzidas por universidades e instituições de pesquisa, como a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Embrapa, indicam um aumento contínuo na mortalidade de abelhas em diferentes estados brasileiros, incluindo São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul (UFV, 2021).

Verifica-se, então que pesquisas realizadas por instituições acadêmicas e de pesquisa, como a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), têm demonstrado um aumento significativo na mortalidade das abelhas em diversas regiões do Brasil.

Este fenômeno é motivo de grande preocupação, uma vez que as abelhas desempenham um papel essencial na polinização, processo crucial para a reprodução de inúmeras plantas e para a produção de alimentos.

A perda dessas polinizadoras pode comprometer a segurança alimentar e a biodiversidade, visto que afeta diretamente a fertilização de culturas agrícolas e a regeneração de ecossistemas naturais.

Segundo o site Revista Galileu (Globo, 2020), de dezembro de 2018 a fevereiro de 2019, apenas 3 meses, mais de 500 milhões de abelhas foram encontradas mortas por apicultores em apenas quatro estados brasileiros, Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul. Pode-se verificar através da Figura 1 Abaixo:

Figura 1 – Abelhas mortas em dezembro de 2018.



Fonte: Globo, 2019.

A grande suspeita era de agrotóxicos, mas até aquele momento não tínhamos uma análise para provar isso” (Globo, 2019). Tais fatos não são isolados, em 2023, no estado brasileiro Mato Grosso (MT), mais de 100 milhões de abelhas são mortas por aplicação errada de agrotóxicos.

Neste ato, ao menos 600 colmeias foram intoxicadas, onde, na ocasião, a substância fipronil teria causado a contaminação (Globo, 2023). O impacto foi gigantesco com uma percepção enorme sobre o ocorrido frente aos enxames acometidos, como pode-se observar na Figura 2 abaixo:

Figura 2 – mais de 100 milhões de abelhas mortas em MT.



Fonte: Globo, 2023.

Marliton Barreto foi citado no site Globo (2023), informando que “nós estamos tratando de polinizadores que faz um papel primordial diretamente para a nossa alimentação, nossa sustentação aqui na nossa vida né então temos que manter isso. Em especial quando a gente trata de espécies ameaçadas de extinção o pouco que se perde é muito” (Sic).

O professor e pesquisador da Universidade Estadual Paulista (Unesp) Rio Claro Osmar Malaspina, um dos responsáveis pelo trabalho, informou “Eles se acentuam a partir de 2012, e até aquele momento os apicultores não sabiam como, mas todas as abelhas passavam a morrer do nada e em menos de 24 horas.

Ainda, entre 2014 e 2017 a Universidade Estadual Paulista (Unesp) e a Universidade Federal de São Carlos UFScar) realizaram uma pesquisa sobre os fatores que contribuem para a perda de enxames, denominado “Colmeia Viva”.

Diante do apresentado, inegável a necessidade de medidas para preservação destes insetos polinizadores, pois, a Segurança Alimentar mundial poderia ser gravemente afetada com a extinção das abelhas, ou sua drástica redução.

3 IMPACTOS DA ATIVIDADE DO SETOR AGRÍCOLA SOBRE AS ABELHAS E NECESSÁRIAS NORMATIZAÇÕES SOBRE TAIS INCIDÊNCIAS

3.1 NORMATIZAÇÕES SOBRE OS AGROTÓXICOS FACE À ÁREA AGROECOLÓGICA, EFICÁCIA E NOVAS NECESSIDADES

Nos últimos anos, a agroecologia tem emergido como uma resposta às crises ambientais e sociais que afetam o setor agrícola. Compreendendo-se não apenas como um conjunto de práticas agrícolas, mas também como um movimento social que busca integrar a produção de alimentos à preservação do meio ambiente e à justiça social, a agroecologia exige normatizações que orientem e regulamente suas práticas, em especial na questão daquilo que se faça uso e possa prejudicar a fauna e a flora.

A Lei Federal nº 7.802/1989, em seu artigo 3º, determinava que a produção, exportação, importação, comercialização e uso de agrotóxicos no Brasil só podem ocorrer após registro no órgão federal competente, respeitando as diretrizes e exigências dos órgãos de agricultura, saúde e meio ambiente (Brasil, 1989).

Ressalva-se que a nova lei de agrotóxicos, a 14.785/23, também em seu artigo 3º também explicou que os agrotóxicos somente poderão ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados se antecipadamente autorizados, ou, ainda, registrados em órgão federal (Brasil, 2023).

Observa-se que o projeto 1.459/22, anteriormente destacado sob o no. 6.922/2022, foi aprovado sob a alcinha da Lei 14.785 de 2023, e em seu texto se prevê maior agilidade em registros, facilitações por equiparação (sistema único de registro), prazos facilitadores, nova nomenclatura, para desvencilhar-se da visão de ser algo “tóxico”, dentre outros pontos (Brasil, 2023).

Assim, fazendo, com o que ali chamam de agrotóxico, seja ainda mais otimizado e tornado de forma fácil em aquisição e utilização, conseqüentemente, usado de forma ainda mais excessiva, mesmo, como visto, diante do já enorme crescimento do uso de agrotóxicos no país, conforme explicado por Rigotto (2014).

A agroecologia, enquanto prática agrícola sustentável, busca integrar a produção de alimentos com a conservação dos recursos naturais e a justiça social. Com o crescente reconhecimento de sua importância, surgem normatizações que regulam e orientam essa abordagem.

Contudo, a eficácia dessas normas e a adaptação às novas demandas do setor são questões que merecem uma análise crítica. As normatizações na agroecologia têm como objetivo estabelecer diretrizes que promovam práticas agrícolas sustentáveis, assegurando a preservação do meio ambiente e a saúde das comunidades. Elas incluem desde regulamentações sobre o uso de insumos até certificações que garantem a origem e a qualidade dos produtos. Porém, cabe a indagação, será que com a nova lei de agrotóxicos, como citado, e suas formas de regulamentação alteradas, estar-se-ia conseguindo obter esse equilíbrio entre prática agrícola, uso de agrotóxicos e a sustentabilidade do meio ambiente?

O questionamento é pertinente pois, dentre as novas formas de registro de um agrotóxico pela nova lei, destacar-se-iam procedimentos como registro de produtos idênticos, por mesmo titular, ou terceiro autorizado, em prazo bem rápido, sessenta dias, com no máximo trinta dias para o órgão registrante publicá-lo do Diário Oficial da União (ou sítio eletrônico), conforme previsto no artigo 15 da Lei 14785/23 (Brasil, 2023).

Destaca-se ainda autorização para extensão de agrotóxicos em culturas com suporte fitossanitário insuficiente (CSFI), claro, comprovando dano, que seja revisto, mas, até lá ficaria em aberta a utilização, conforme o artigo 16 da lei 14785/23 (Brasil, 2023). Ou seja, percebe-se que as novas regulamentações não são grandes óbices para o uso crescente de agrotóxicos, o que, leva a um ponto necessário em regulamentação quando a exploração da área verde e do uso destes agrotóxicos prejudicarem a fauna e flora local.

Porém, não se pode fechar os olhos para outros desdobramentos, muitos agricultores, especialmente os pequenos e familiares, podem enfrentar dificuldades em cumprir as normas devido a barreiras como a burocracia excessiva e a falta de assistência técnica. Assim, há de sobrepesar a regulamentação atual prever pontos de registro de agrotóxicos com possíveis facilitações, como analisado. Além disso, a eficácia das normatizações deve ser avaliada à luz dos resultados que elas geram na prática.

Existem diversas regulamentações não se traduzem em melhorias reais nas práticas agrícolas ou na qualidade de vida dos agricultores. Isso levanta a necessidade de uma revisão contínua das normas, com base em evidências e *feedback* dos próprios produtores. Outro aspecto importante a ser considerado é a emergência de novas demandas, impulsionadas por fatores como as mudanças climáticas e a crescente conscientização sobre a necessidade de sistemas alimentares mais justos.

As normatizações atuais muitas vezes não contemplam essas novas realidades, o que exige uma atualização que leve em conta a resiliência das práticas agrícolas diante das mudanças ambientais e sociais. Portanto, é fundamental que as normatizações na área

agroecológica sejam constantemente revisitadas e adaptadas, com a participação ativa dos agricultores e de outros *stakeholders*. Claro, isso olhando a “outra face da moeda”, não justificando o uso indiscriminado de agrotóxicos, tampouco, a flexibilização total das legislações, o raciocínio é apenas no sentido de buscar entender o que o legislador buscou com as atuais normatizações.

O Decreto nº 4.074/2002, que regulamenta essa lei, atribui ao Ministério do Meio Ambiente a responsabilidade pela avaliação ambiental dos agrotóxicos e seus componentes (Brasil, 2022). Além disso, o Decreto nº 12.130/2024, confere ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a competência para a análise, registro e controle dessas substâncias (Brasil, 2024).

Dessa forma, a Portaria IBAMA nº 84, de 15 de outubro de 1996, institui o “Sistema Permanente de Avaliação e Controle de Agrotóxicos, seus componentes e afins”, que inclui a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA) (Brasil, 1996).

No tocante à supracitada Portaria do IBAMA, tem-se que o artigo 4 define a necessidade de documentação completa para a classificação de agrotóxicos e seus componentes, conforme os anexos específicos. Caso a empresa não apresente as informações solicitadas dentro de 30 dias sem justificativa técnica, o processo será arquivado. Justificativas para a não apresentação de testes devem ser avaliadas, e se não aceitas, a empresa terá 10 dias para responder.

Em continuidade, o Artigo 5 trata do estudo de conformidade, que visa verificar as informações apresentadas para registro ou classificação de periculosidade ambiental, quando necessário pelo IBAMA. Os testes devem ser realizados em laboratórios aprovados e a empresa deve fornecer amostras do produto, que serão lacradas pelo IBAMA.

Destaca-se, ainda, que o Artigo 6 da portaria do IBAMA aborda a avaliação do risco ambiental, que será realizada quando necessário, seja por classificação de periculosidade ou a critério do IBAMA.

A avaliação pode ser exigida para formulações já registradas ou em processo de registro e pode resultar em alterações, suspensão ou cancelamento de registros, dependendo dos riscos identificados. Se a avaliação for necessária, o registrante deve apresentar um termo de compromisso dentro de 90 dias.

Para formulações já registradas, esse termo deve ser apresentado em até 60 dias após notificação. A não execução do compromisso sem justificativa aceita resultará em penalidades. As informações para elaboração do projeto de avaliação do risco ambiental

devem seguir o que está especificado no Anexo VI, podendo ser ajustadas conforme a situação.

Observa-se que o Brasil possui uma legislação que regulamenta a análise, contenção e uso sustentável de agrotóxicos. Essa legislação inclui normas que visam a avaliação de riscos ambientais, a proteção da área verde e organismos vivos da região em que ocorra atividade agrícola, em especial, de insetos polinizadores, visando a segurança alimentar.

No entanto, pode-se pensar sobre a real eficácia da normatização, principalmente em relação à fiscalização, à implementação das normas e à transparência nas informações. Além disso, a pressão de setores econômicos e a complexidade das situações agrícolas podem dificultar a aplicação efetiva dessas regras. A necessidade de melhorias contínuas e atualizações na legislação é reconhecida para garantir uma abordagem mais sustentável e segura no uso de agrotóxicos.

Nessa esteira, pode ser que seja possível garantir que elas atendam efetivamente às necessidades do setor e contribuam para um desenvolvimento agrícola sustentável e inclusivo. O diálogo entre a pesquisa, as políticas públicas e a prática agrícola é essencial para que as normatizações se tornem um verdadeiro instrumento de transformação na agroecologia.

A eficácia dessas normatizações, no entanto, é frequentemente questionada, levando à necessidade de uma análise crítica que considere tanto os impactos positivos quanto as limitações enfrentadas por agricultores e comunidades. As normatizações na área agroecológica incluem legislações, diretrizes e padrões que têm como objetivo assegurar a sustentabilidade das práticas agrícolas, a segurança alimentar e a proteção dos recursos naturais.

A avaliação ambiental realizada pelo IBAMA, fundamentada nos dispositivos legais mencionados, se baseia em testes laboratoriais, semi-campo e de campo, envolvendo áreas como estatística, química, biologia, agronomia, pedologia e toxicologia.

Com essas informações, é possível determinar as propriedades físico-químicas e ecotoxicológicas das substâncias, além de dados sobre sua persistência, bioacumulação, transporte no solo e resíduos em diferentes matrizes ambientais, o que ajuda a entender o comportamento dos agrotóxicos no meio ambiente.

A avaliação ambiental, respaldada por um extenso arcabouço legal e por protocolos internacionalmente reconhecidos, é um dos elementos da regulação dos agrotóxicos no Brasil. Essa regulação inclui também reavaliação, controle, monitoramento, comercialização, fiscalização e comunicação sobre perigos e riscos, com o objetivo de prevenir impactos ambientais negativos e assegurar o uso correto e seguro desses produtos (Brasil, 2023)

Entretanto, estudos demonstram que, embora haja um potencial significativo para promover práticas sustentáveis, a aplicação efetiva dessas normativas é muitas vezes prejudicada por uma série de desafios, como a burocracia excessiva, a falta de capacitação dos agricultores e o acesso limitado a recursos financeiros.

O entendimento do contexto em que essas normatizações operam é fundamental para avaliar sua real eficácia e seu impacto no dia a dia dos produtores. Uma análise das normatizações existentes revela um panorama misto.

Por um lado, iniciativas de sustentabilidade podem gerar resultados positivos, incentivando muitos agricultores a adotarem práticas agroecológicas. Embora, como ressaltado, por outro lado, muitos pequenos agricultores enfrentam barreiras significativas que dificultam sua inclusão sustentável.

A burocracia envolvida nesse processo seria dos principais obstáculos, não obstante, a nova lei de agrotóxicos, como analisado, trouxe inovações que buscam reduzir algumas das questões menos céleres e otimizar o processo de registro. A necessidade de atender a requisitos complexos e, muitas vezes, pouco claros pode desencorajar a adesão às normatizações, levando à exclusão de muitos produtores que, embora estejam comprometidos com práticas sustentáveis, não conseguem atender aos critérios exigidos. Além das barreiras burocráticas, a falta de assistência técnica adequada é um desafio crucial. Mas, destacando-se o que se justifica como necessário para otimizar e desburocratizar o uso da substância agrotóxica, não se pode deixar de analisar que o excesso e a exploração indevida do meio ambiente podem trazer sérias conseqüências, como até aqui analisadas, o que torna devida as regulamentações adicionais destacadas acima.

Embora muitos agricultores, especialmente os pequenos e familiares, possam não ter acesso a informações sobre as práticas agroecológicas ou sobre como navegar no complexo sistema de normatizações, é necessário que as regulamentações existam e se renovem para se adaptar às novas realidades, diante do que vem se apresentando. A capacitação e o apoio técnico são essenciais para garantir que os agricultores possam implementar efetivamente as práticas recomendadas e se beneficiar das normativas.

Sem essa assistência, a eficácia das normatizações pode ficar comprometida, limitando seu potencial de transformar o setor agrícola. A emergência de novas necessidades, como a adaptação às mudanças climáticas, traz à tona a urgência de uma revisão das normatizações atuais. As mudanças climáticas afetam diretamente a produção agrícola, e as práticas agroecológicas podem desempenhar um papel fundamental na construção de sistemas agrícolas resilientes.

Visando na utilização responsável, mas ainda necessária, a Administração no país instaurou a Instrução Normativa nº 2/17 (IN 2/17), onde há uma regulamentação a respeito do uso, ativos contidos, necessidades de estudo acerca do uso de agrotóxicos frente aos insetos polinizadores, ressaltando a intenção tornar sustentável avanço agrícola frente à exploração de áreas verdes, ainda, referente aos impactos que esse crescimento poderia estar incidindo sobre as espécies vivas da região, como, no caso, das abelhas polinizadoras, devido ao seu papel importantíssimo na perpetuação da vida no planeta, conforme analisado título anterior (Brasil, 2017).

A Instrução Normativa referida estabelece diretrizes para a avaliação de riscos de ingredientes ativos de agrotóxicos em relação a insetos polinizadores, usando abelhas como indicadores. A avaliação se aplica a ingredientes ainda não registrados no Brasil, além de novos pleitos e reavaliações.

Os principais objetivos da IN 2/17 incluem proteger a biodiversidade de polinizadores e garantir os serviços ecossistêmicos que eles oferecem. A avaliação é dividida em fases, começando de uma abordagem conservadora até análises mais complexas, conforme necessário.

Definem-se conceitos-chave como "agente estressor" (ingrediente ativo ou seu(s) metabólito(s) e produto(s) de degradação que potencialmente possa(m) causar um efeito adverso), "avaliação de risco ambiental" (processo que analisa a probabilidade de ocorrência de efeitos ecológicos adversos devido à exposição a um ou mais agentes estressores), "efeito adverso" (alteração na fisiologia, morfologia, crescimento, desenvolvimento, reprodução, comportamento ou tempo de vida de um organismo, sistema ou (sub)população que leva a uma incapacidade funcional, dificuldade em lidar com estresse adicional ou aumento da vulnerabilidade a outras influências.), entre outros. Estudos exigidos devem ser realizados em conformidade com boas práticas laboratoriais e agrícolas. Caso sejam identificados riscos para as abelhas, serão implementadas medidas de mitigação, e se o risco não for aceitável, o uso do produto será considerado não autorizado. O IBAMA poderá limitar doses máximas e requerer dados adicionais para a avaliação.

Portanto, as normatizações precisam ser adaptadas para incluir estratégias que ajudem os agricultores a enfrentar esses desafios. Isso pode incluir diretrizes que incentivem a diversificação de culturas, a conservação de recursos hídricos e o manejo sustentável do solo. Além das mudanças climáticas, a inclusão social é um aspecto crítico que merece atenção nas normatizações. Pois, mesmo com as normatizações, como visto no título anterior, diversas áreas e espécies encontram-se em situação delicada pelo avanço agrícola e uso de agrotóxicos,

destacando-se, em especial, as abelhas, pela alta importância devido à sua atividade polinizadora, pelo que se verificou até aqui.

Para que as normatizações na agroecologia sejam verdadeiramente eficazes, é fundamental um processo de aprimoramento contínuo. Algumas propostas incluem a simplificação dos processos burocráticos relacionados à certificação e/ou licenças, a criação de programas de capacitação adaptados às realidades dos pequenos agricultores e o fortalecimento da assistência técnica.

Além disso, a participação de todos os *stakeholders* agricultores, ONGs, governos e a sociedade civil é crucial para o desenvolvimento e a implementação das normativas. Isso pode garantir que as diretrizes sejam relevantes e aplicáveis às realidades locais. Exemplos de iniciativas inovadoras, como plataformas digitais que conectam agricultores a mercados e redes de apoio, podem servir como modelo para a criação de normatizações mais inclusivas e eficazes.

Essas plataformas permitem que os agricultores compartilhem experiências, acessem informações e encontrem oportunidades de comercialização, promovendo a agroecologia de forma mais integrada e colaborativa.

Em síntese, a análise da eficácia das normatizações na agroecologia revela um cenário complexo, onde avanços significativos convivem com desafios persistentes, o enfrentamento garante evoluções, sustentabilidade e garantia da segurança alimentar de forma mais palpável.

Embora algumas normativas tenham contribuído para a promoção de práticas sustentáveis, barreiras como a burocracia e a falta de assistência técnica limitam a participação de muitos agricultores, especialmente os pequenos. As novas necessidades emergentes, como a adaptação às mudanças climáticas e a inclusão social, exigem uma revisão crítica das normatizações atuais.

Portanto, é essencial que as políticas públicas sejam adaptadas para atender a essas demandas, promovendo um desenvolvimento agrícola que seja, ao mesmo tempo, sustentável e inclusivo. A agroecologia possui o potencial de transformar o setor agrícola, mas para que isso ocorra, é necessário um marco normativo que responda efetivamente às necessidades dos agricultores e da sociedade.

O futuro da agroecologia depende da capacidade de integrar essas diversas perspectivas em um sistema que valorize tanto a produção quanto a justiça social e ambiental. Em última análise, a construção de um modelo agroecológico robusto requer um

comprometimento coletivo e uma visão compartilhada para enfrentar os desafios que se verifica.

Observa-se que, em análise geral, o Brasil possui uma legislação que regulamenta a análise, contenção e uso sustentável de agrotóxicos, incluindo normas para avaliação de riscos ambientais, proteção de insetos polinizadores e segurança alimentar.

No entanto, a eficácia dessa legislação é possível de se questionar, pois, como analisado no tópico anterior, a nível internacional e, em especial, em um contexto nacional, existem diversas situações que incidam negativamente para o hábitat e às abelhas, destacando-se dentre todo o ecossistema afetado.

A fiscalização e a implementação das normas, então, acabam por sinalizar em uma verificação de lacunas significativas, pois, existem normatizações, mas, ainda existem diversas incidências negativas do avanço dos setor agrário e do uso de agrotóxicos frente às áreas verdes, espécies vivas da região afetada e, em especial, às abelhas polinizadores.

Isso levanta a questão: a legislação nacional é realmente suficiente para conter o uso indiscriminado de agrotóxicos e a crescente alta na taxa de mortalidade de abelhas? A pressão de setores econômicos muitas vezes prioriza o aumento da produtividade em detrimento da saúde ambiental, contribuindo para o avanço da degradação das áreas verdes e os prejuízos a espécies vivas, especialmente os insetos polinizadores, que são essenciais para a manutenção da biodiversidade e a produção de alimentos.

O que se faz entender é que a atual legislação não seria totalmente eficaz, vez que segundo Rigotto (2014), na última década, o Brasil teve acréscimo de 190% no setor de agrotóxicos, e isso colocou o país em primeiro lugar no ranking mundial de consumo desde 2008.

Destaca-se, ainda segundo Rigotto (2014), que dez empresas controlam mais de 70% desse mercado no País, tendo-se registrado o consumo de 936 mil toneladas de pesticidas nos anos de 2010 e 2011.

Além disso, a complexidade das situações agrícolas e a resistência de alguns grupos a mudanças podem dificultar a aplicação efetiva das regras existentes. Isso sugere que, para alcançar uma abordagem mais sustentável e segura, são necessárias melhorias contínuas e atualizações na legislação, bem como uma atuação mais firme na fiscalização e na educação sobre o uso responsável de agrotóxicos.

Como garantir que as políticas públicas estejam alinhadas com a proteção do meio ambiente e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis?

3.2 SUGESTÕES DE VETORES TECNOLÓGICOS PARA ENFRENTAMENTO DA MORTANDADE DE ABELHAS

A mortandade de abelhas tem se tornado uma preocupação crescente em todo o mundo, não apenas pela importância dessas polinizadoras na biodiversidade, mas também pelo seu papel crucial na agricultura e na produção de alimentos. A redução drástica das populações de abelhas está associada a uma combinação de fatores, incluindo o uso excessivo de pesticidas, a perda de habitat, doenças e mudanças climáticas.

Diante desse cenário alarmante, a busca por soluções tecnológicas que possam ajudar a mitigar a mortandade de abelhas é urgentemente necessária. Um dos principais vetores tecnológicos que poderiam ser explorados é o desenvolvimento de sistemas de monitoramento avançados com uso de Inteligência Artificial (IA).

A mortalidade de abelhas é uma questão ambiental crítica que afeta a polinização, a biodiversidade e a produção agrícola global. Para enfrentar esse desafio, a adoção de vetores tecnológicos inovadores é essencial.

Em relação aos organismos vivos que são prejudicados pelo impacto da atividade agrícola, é possível identificar várias causas, como a expansão da exploração da terra pelo agronegócio, a redução de áreas verdes e as condições de sobrevivência das espécies, entre outros efeitos. A literatura frequentemente aponta causas associadas à atividade agrícola e sua expansão, como explica Gazzoni (2014).

O avanço nas atividades agrícolas gera impactos em espécies específicas. Por exemplo, Malaspina et al. (2008) destacam os efeitos dos inseticidas em diversos organismos, com especial ênfase nos insetos polinizadores, particularmente as abelhas. O autor menciona que os inseticidas podem afetar as abelhas por três vias principais: a) contato; b) ingestão; e c) fumigação.

Os efeitos variam desde a morte por toxicidade aguda até danos de longo prazo, que podem comprometer o funcionamento das colônias e reduzir a longevidade dos indivíduos. Diante do crescimento do setor agrícola, como podemos enfrentar e prevenir os impactos ambientais resultantes? Embora existam legislações, é evidente que o avanço do agronegócio continua a gerar consequências para todo o ecossistema.

Um aspecto que merece atenção é a utilização de tecnologias para análise e previsão de tais situações. Pesquisadores, como Righeto et al. (2019), têm explorado a Inteligência Artificial para mapear áreas de cultivo, como a cana-de-açúcar, permitindo a comparação de imagens. Por meio do treinamento da Inteligência Artificial, é possível identificar onde há

avanço de ervas daninhas, orientando o uso de agrotóxicos apenas nas áreas necessárias e, assim, evitando a aplicação em locais desnecessários.

Então o que se verifica é que se apresentam propostas que podem ser implementadas para proteger as abelhas e assegurar sua sobrevivência em um ambiente em constante mudança. Essa abordagem é promissora visando a utilização de tecnologias de monitoramento e análise de dados. Sistemas baseados em Internet das Coisas (IoT) podem ser empregados para coletar informações em tempo real sobre as condições das colmeias e o ambiente ao seu redor e a proximidade de atividade agrícola e áreas em que se use substâncias agrotóxicas.

A integração de drones para monitoramento aéreo também pode facilitar a identificação de áreas com alta exposição a pesticidas, contribuindo para um manejo mais seguro. A biotecnologia representa outro vetor importante.

No estudo efetuado por Righeto et al. (2019), foram analisadas imagens capturadas por um veículo aéreo não tripulado, utilizando bandas de NIR (infravermelho próximo), RE (borda vermelha), R (vermelha) e G (verde). A partir dessas imagens, foi realizada uma classificação em três níveis: solo, cana-de-açúcar e ervas daninhas, representados por uma variável chamada Y.

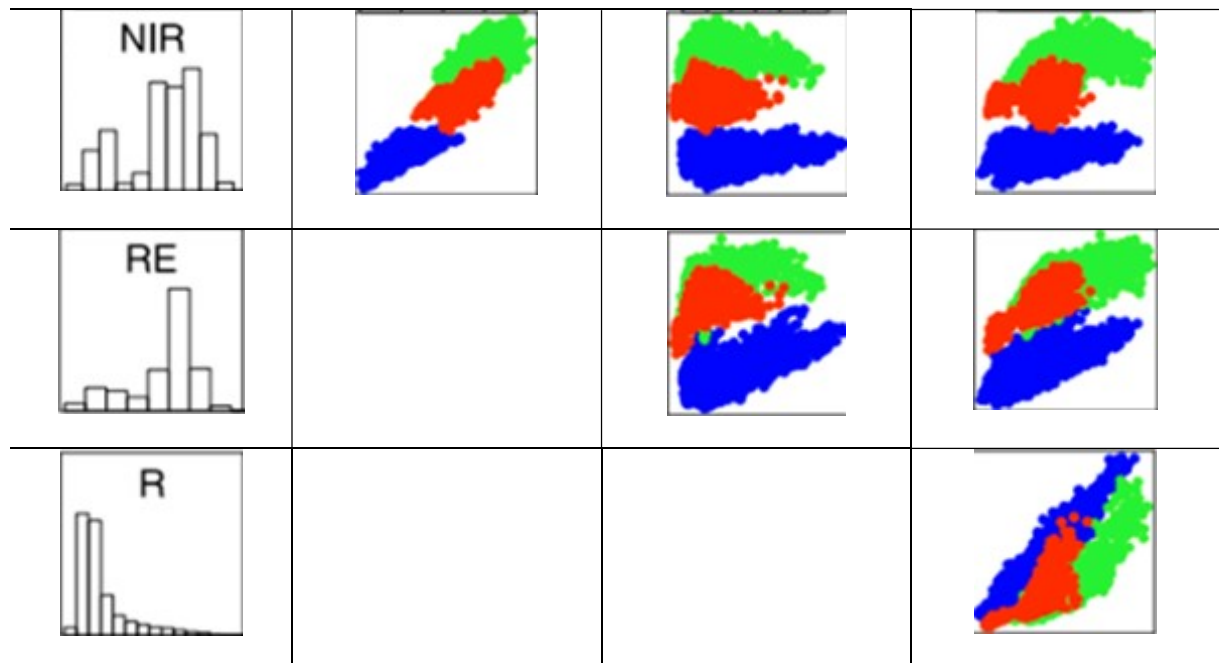
Com base nessas imagens, que foram comparadas e utilizadas para o treinamento da Inteligência Artificial, foram observados e previstos 119.052 valores de Y que não haviam sido analisados anteriormente. Para a predição, foram utilizadas diferentes formas de regressões. Segundo Righeto et al. (2019), as regressões são métodos que permitem usar dados para prever determinadas situações.

A pesquisa menciona alguns modelos testados, como o *GAMLSS framework (Generalized additive model for location, scale and shape)* (ambiente de trabalho modelo aditivo generalizado para localização, escala e forma), que assume uma distribuição paramétrica para a variável de interesse, possibilitando o ajuste de distribuições fora da Família Exponencial e a modelagem de relações não lineares entre a variável de resposta e as covariáveis. Outro modelo destacado é a Regressão Multinomial Logística, que generaliza a regressão logística para lidar com problemas multiclasse, ou seja, situações com mais de dois resultados discretos possíveis.

Com esse entendimento sobre o uso de regressões para prever determinadas situações e os métodos aplicados, é possível avançar para a verificação dos dados obtidos e, posteriormente, utilizar os resultados para prevenir problemas relacionados a essas informações. A regressão, como ferramenta estatística, permite modelar a relação entre variáveis independentes e dependentes, o que facilita a identificação de padrões e tendências

nos dados. Ao utilizar essas previsões, podemos antecipar cenários e tomar decisões informadas para evitar impactos negativos em diversas áreas, como gestão ambiental, saúde pública, ou até mesmo em processos industriais. Abaixo, apresentamos na Tabela 1 um modelo das imagens analisadas.

Tabela 1: Comparativo dos níveis (solo (azul), cana de açúcar (verde) e ervas daninhas (vermelho)).



Fonte: Righeto et al. (2019).

Observa-se que Righeto em seu estudo demonstrou a viabilidade de identificar áreas cultivadas, solo vazio e a presença de ervas daninhas. Com isso, foi possível direcionar o uso de agrotóxicos apenas para as áreas realmente necessárias, reduzindo assim seu consumo e evitando a aplicação em toda a extensão da área cultivada. Ou seja, ideias similares poderiam ser utilizadas para avaliar avanço agrícola e de agrotóxicos, assim, fiscalizar determinada área e, ainda, impor possível normatização sobre a área e a atividade.

Além disso, outras tecnologias estão sendo utilizadas no setor agrícola e nas áreas rurais, destacando-se o uso de aplicativos para o mapeamento de espécies vivas, especialmente para identificar onde elas estão concentradas e se mantendo.

A pesquisa em genética pode levar ao desenvolvimento de abelhas mais resistentes a doenças e parasitas. Técnicas de edição genética poderiam ser exploradas para fortalecer a imunidade das abelhas, embora a implementação de tais tecnologias deva ser acompanhada de rigorosos estudos sobre os impactos ecológicos e éticos. Servindo, aqui, como complementação da exemplificação adicional ao estudo abordado e possibilidades indicadas.

A educação e a conscientização da população sobre a importância das abelhas também são cruciais. Plataformas digitais e aplicativos móveis podem ser utilizados para disseminar informações sobre práticas agrícolas que favorecem a saúde das abelhas, como a redução do uso de pesticidas e a criação de habitats favoráveis.

Entre os diversos exemplos, destacam-se os aplicativos que mapeiam a localização de espécies vivas, com ênfase nas abelhas. Esses aplicativos permitem uma colaboração entre usuários, formando uma rede mundial de mapeamento que antes enfrentava grandes dificuldades. Isso facilita a identificação de áreas onde esses insetos polinizadores são encontrados e onde há maior incidência, como publicado no jornal científico *Current Biology*, conforme descrito por Smith (2020). A partir dessa informação, é possível, por exemplo, analisar onde pode ter ocorrido uma redução na incidência e sobrevivência dessas abelhas, entre outras possibilidades.

Destaca-se, também, o aplicativo lançado pelo Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV, 2014), chamado de Extintômetro, na plataforma de rede social *Facebook*.

Campanhas de sensibilização podem envolver a comunidade, incentivando ações coletivas em prol da conservação das abelhas. Adicionalmente, o desenvolvimento de alternativas sustentáveis aos pesticidas convencionais é uma estratégia vital.

A pesquisa em bioinseticidas, que utilizam substâncias naturais, pode oferecer soluções menos prejudiciais às abelhas. Incentivar práticas agroecológicas, como a rotação de culturas e o plantio de variedades nativas, também contribui para criar um ambiente mais seguro e saudável para esses polinizadores.

A colaboração entre apicultores, cientistas e formuladores de políticas é fundamental para o sucesso dessas iniciativas. A formação de redes de cooperação pode facilitar a troca de conhecimento e experiências, além de promover a inovação no setor. Políticas públicas que apoiem a pesquisa e a implementação de tecnologias sustentáveis são essenciais para garantir a proteção das abelhas.

Em suma, a combinação de tecnologias de monitoramento, biotecnologia, educação e práticas agrícolas sustentáveis pode formar um conjunto robusto de estratégias para combater a mortalidade de abelhas. Com a adoção dessas medidas, será possível não apenas preservar esses polinizadores essenciais, mas também promover um ambiente agrícola mais resiliente e sustentável.

A utilização de tecnologias de Internet das Coisas (IoT) e sensores pode fornecer dados em tempo real sobre a saúde das colmeias e as condições ambientais que afetam as

abelhas. Esses sensores podem monitorar variáveis como temperatura, umidade e a presença de patógenos.

Eventos e *workshops* que promovam a troca de experiências entre apicultores e especialistas em tecnologia também podem contribuir para o fortalecimento da apicultura e a preservação das abelhas. Por fim, a formulação de políticas públicas que incentivem a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias para o enfrentamento da mortalidade de abelhas é essencial.

O apoio governamental a iniciativas que visem a conservação das abelhas e a promoção da apicultura sustentável pode garantir recursos para a pesquisa e a implementação de práticas inovadoras. Incentivos financeiros para apicultores que adotem tecnologias sustentáveis também podem ser uma estratégia eficaz para promover a preservação dessas importantes polinizadoras.

Em conclusão, o enfrentamento da mortalidade de abelhas exige uma abordagem multidisciplinar e integrada que combine tecnologias inovadoras, práticas de manejo sustentáveis, educação e, claro, de forma destacada, uma normatização específica e, com as possibilidades analisadas, possa ser eficaz frente ao combate da mortalidade de abelhas, onde a adoção de sistemas de monitoramento e predição avançados, a biotecnologia, o desenvolvimento de aplicativos, a conscientização da sociedade e a pesquisa de alternativas aos pesticidas são algumas das estratégias que podem ser exploradas.

Com o engajamento de diferentes setores e a formulação de políticas públicas eficazes, é possível reverter a tendência de declínio das populações de abelhas e garantir um futuro mais sustentável para a agricultura e a biodiversidade. A preservação das abelhas não é apenas uma questão ambiental, mas também um imperativo social e econômico, fundamental para a saúde do nosso planeta e a segurança alimentar global.

3.3 USO SUGESTIVO DE LICENÇA AMBIENTAL OBRIGATÓRIA PARA CONTROLE DE MORTALIDADE DE ABELHAS

A mortalidade de abelhas é um fenômeno alarmante que impacta não apenas a biodiversidade, mas também a produção agrícola e a segurança alimentar em escala global. Esses polinizadores desempenham um papel fundamental na fertilização de muitas plantas, incluindo diversas culturas alimentares.

Contudo, sua população tem sido ameaçada por fatores como o uso indiscriminado de pesticidas, a degradação do habitat e a propagação de doenças. Uma abordagem inovadora

que pode ser adotada para enfrentar essa questão é a implementação de uma licença ambiental obrigatória, direcionada especificamente para atividades que potencialmente impactem a saúde das abelhas.

A proposta de uma licença ambiental obrigatória visaria regular o uso de substâncias químicas, como agrotóxicos, e monitorar práticas que possam ameaçar as populações de abelhas e avanços abusivos sobre o meio ambiente.

Ao exigir que os agricultores realizem uma avaliação de impacto ambiental antes de iniciar suas atividades, uma normatização e licenciamento ambiental específico poderiam ajudar a identificar e mitigar riscos. Essa abordagem incentivaria a adoção de alternativas menos prejudiciais, como produtos biológicos e métodos de controle integrado de pragas.

Ressalta-se que existem normatizações a respeito dos agrotóxicos e dos níveis dessas substâncias no Brasil. O Decreto nº 4.074/2002, que regulamenta a legislação sobre agrotóxicos, designa ao Ministério do Meio Ambiente a responsabilidade pela avaliação ambiental dessas substâncias e seus componentes (Brasil, 2022).

Além disso, o Decreto nº 12.130/2024 confere ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a competência para analisar, registrar e controlar esses produtos (Brasil, 2024). Nesse contexto, a Portaria IBAMA nº 84, de 15 de outubro de 1996, estabelece o “Sistema Permanente de Avaliação e Controle de Agrotóxicos, seus componentes e afins”, que inclui a classificação do potencial de periculosidade ambiental (PPA) (Brasil, 1996).

Além disso, observa-se uma busca constante por alterações nas normativas relacionadas ao tema, com destaque para o, anteriormente, chamado projeto de lei nº 6.299 de 2002, que atualmente foi reclassificado como nº 1.459 de 2022 e publicado como sendo a Lei 14.785 de 2023 (Brasil, 2023).

O projeto 1.459/22, anteriormente designado como nº 6.922/2022, agora sob a Lei 14.785 de 2023, prevê maior agilidade nos registros, facilitações por meio de um sistema único de registro e prazos mais flexíveis, entre outros aspectos (Brasil, 2023).

Com essas mudanças, o que é denominado na legislação como “agrotóxicos” pode ser ainda mais otimizado, facilitando a aquisição e o uso, o que pode levar a um aumento excessivo na aplicação dessas substâncias, especialmente considerando o já elevado crescimento do uso de agrotóxicos no país (Embrapa, 2023).

A Lei nº 14.785/2023 introduz mudanças significativas para o registro de agrotóxicos no Brasil, buscando um equilíbrio entre agilidade e segurança. Um dos principais aspectos é a definição de um prazo máximo, bem célere, para a análise de determinados pedidos, com

possibilidade de prorrogação, o que deve acelerar a entrada de novos produtos no mercado. Ainda, a lei estabelece um sistema de registro automático para agrotóxicos já aprovados em países considerados referências na avaliação de riscos, como Estados Unidos, União Europeia e Japão. Essa medida visa simplificar o processo e reduzir custos para as empresas (Brasil, 2023).

Diante de um panorama em que as normatizações classificam e regulamentam o setor agrícola no tocante ao uso de agrotóxicos, destacando-se o fato de que as mudanças trouxeram algumas facilidades, o que poderia acarretar em aumento no uso da substância agrotóxica, seria plenamente sensato utilizar-se das regras de licenciamento ambiental para que se contenha esse avanço, assim, podendo surtir efeito positivo frente à mortalidade de abelhas, dentre outras espécies vivas em regiões que ocorram a referida atividade, o que garantiria a perpetuação da espécie humana e Segurança Alimentar, em termos agroecológicos.

Assim, poder-se-ia destacar como sendo um dos principais benefícios dessa possível licença, a promoção de um manejo agrícola mais consciente. Ao estabelecer diretrizes claras para o uso de agroquímicos e a proteção dos habitats naturais, a licença poderia contribuir para uma redução significativa na exposição das abelhas a substâncias tóxicas.

Além disso, o processo de licenciamento pode incluir programas de educação e capacitação para os agricultores, esclarecendo a importância das abelhas e as melhores práticas para preservá-las. A licença ambiental também pode servir como um estímulo à inovação.

Todo esse trâmite, poderia seguir o padrão já institucionalizado no nosso licenciamento ambiental, porém, com regramento específico em áreas que contenha avanço agrícola e uso de agrotóxicos de forma crescente e, também, após uso de fiscalizações e vetores tecnológicos de verificação, seja percebido povoamento de insetos polinizadores, no caso abelhas, nesta região onde incide o referido avanço.

No nosso licenciamento ambiental a competência para o licenciamento ambiental pode ser atribuída à União, Estados ou Municípios, mas cada empreendimento ou atividade é licenciado por apenas um ente federativo. O IBAMA é o órgão responsável pelo licenciamento ambiental na esfera da União.

A Lei Complementar nº 140/11 e o Decreto nº 8.437/15 estabelecem critérios e tipos de atividades sujeitas ao licenciamento ambiental pelo IBAMA. Entre as competências do Ibama, estão o licenciamento de atividades e empreendimentos que se localizam ou desenvolvem em conjunto no Brasil e em países vizinhos, que ocorrem no mar territorial, na

plataforma continental ou na zona econômica exclusiva, e aqueles realizados em terras indígenas (Brasil, 2023).

Também estão incluídas atividades em unidades de conservação da União, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs), empreendimentos que se estendem por dois ou mais Estados e os de caráter militar, exceto os previstos para as Forças Armadas. Além disso, o IBAMA é responsável por licenciar atividades que envolvem pesquisa, extração, produção, transporte, armazenamento e disposição de materiais radioativos que utilizem energia nuclear, sempre com o parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

O licenciamento ambiental também se aplica a ferrovias federais, rodovias pavimentadas com extensão igual ou superior a duzentos quilômetros, hidrovias federais com intervenções que totalizem essa mesma extensão, e portos organizados, com exceção daqueles que movimentam carga inferior a 450.000 TEU/ano ou 15.000.000 toneladas/ano (Brasil, 2023).

O IBAMA, conforme o estudo abordado, também licencia terminais de uso privado e instalações portuárias que movimentam carga acima desses limites, além de atividades de exploração e avaliação de jazidas de petróleo e gás, tanto em ambientes marinhos quanto em zonas de transição terra-mar. Usinas hidrelétricas e termelétricas com capacidade instalada igual ou superior a trezentos megawatts e usinas eólicas em contextos *offshore* (exteriores – tradução livre) e zonas de transição terra-mar também estão sob sua jurisdição. Caso uma atividade ou empreendimento não se encaixe nos critérios que definem a competência da União para o licenciamento, o interessado deve consultar a Lei Complementar nº 140/11, além das normativas estaduais ou municipais pertinentes, para verificar se a atividade deve ser licenciada em nível estadual ou municipal.

É fundamental buscar informações sobre os procedimentos de licenciamento ambiental no órgão competente do estado ou município onde a atividade se localiza. Algumas atividades não exigem licenciamento ambiental, mas necessitam de licenças ou autorizações específicas do órgão ambiental competente.

Isso inclui o uso e manejo de fauna silvestre, a supressão e manejo de vegetação, e o transporte e armazenamento de madeira, lenha, carvão e produtos florestais nativos, além do transporte de produtos perigosos.

A responsabilidade pela emissão dessas autorizações é definida na Lei Complementar nº 140/11. O uso de motosserra, por exemplo, não requer licenciamento, mas demanda autorização específica emitida pelo IBAMA (Brasil, 2023).

O governo federal trouxe classificação sobre as licenças ambientais, onde atualmente, destacar-se-iam, de modo geral, a Licença Prévia (LP), concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação; a Licença de Instalação (LI), que autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes. Em continuação, ter-se-ia a Licença de Operação (LO), onde se autoriza a operação da atividade ou empreendimento, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (Brasil, 2023).

Observa-se, ainda, a Licença de pesquisa sísmica (LPS), onde a Licença de Pesquisa Sísmica (LPS) autoriza pesquisa de dados sísmicos marítimos e em zonas de transição e estabelece condições, restrições e medidas de controle ambiental que devem ser seguidas pelo empreendedor para realizar essas atividades. Verifica-se, também, a autorização de operação (AO), que seria ato autorizativo precário e transitório de operação de empreendimentos ou atividade e que estabelece medidas necessárias à expedição de Licença de Operação. E, por fim, a autorização de supressão de vegetação (ASV), que observa-se as atividades de supressão de vegetação nativa para a instalação e operação dos projetos licenciados e a autorização para coleta, captura e transporte de material biológico (Abio) onde se verifica a execução de atividades relacionadas ao manejo de fauna durante a fase prévia, de instalação ou operação do projeto licenciado (Brasil, 2023).

Assim, nos moldes e ditames das licenças ambientais existentes, poder-se-ia coexistir normatização própria, com licença ambiental específica para uso de agrotóxicos em áreas de concentração de abelhas, ao exigir que os agricultores justifiquem suas escolhas de produtos químicos, poderá haver um impulso para a pesquisa e desenvolvimento de soluções mais sustentáveis. A criação de incentivos para o uso de tecnologias limpas e práticas agroecológicas pode resultar em um ciclo virtuoso de melhoria contínua na gestão das colmeias e dos ecossistemas.

Entretanto, a implementação de uma licença ambiental obrigatória não é isenta de desafios. Será necessário estabelecer um sistema de fiscalização robusto para garantir que as normas sejam seguidas, além de proporcionar suporte técnico aos agricultores para que possam adaptar suas práticas.

A resistência de alguns setores à regulamentação pode ser um obstáculo, exigindo um diálogo aberto e colaborativo para alcançar um entendimento mútuo sobre a importância

da proteção das abelhas. Adicionalmente, é crucial que a licença ambiental seja parte de uma estratégia mais ampla de conservação.

A colaboração entre governos, apicultores, organizações não governamentais e a sociedade civil é essencial para o sucesso dessa iniciativa. A formulação de políticas integradas que abordem a proteção das abelhas em múltiplos níveis pode garantir uma abordagem coesa e eficaz.

Ao regular práticas agrícolas e promover a conscientização, essa licença pode ajudar a criar um ambiente mais seguro para esses polinizadores vitais. Com uma implementação cuidadosa e uma colaboração ampla, é possível proteger as abelhas e, conseqüentemente, garantir a sustentabilidade da agricultura e a saúde dos ecossistemas.

A licença ambiental obrigatória é um instrumento que visa regular atividades que possam causar impactos ambientais significativos. Ao exigir uma avaliação de impacto ambiental, esse mecanismo pode ajudar a identificar e mitigar os riscos associados ao uso de produtos químicos, ao manejo inadequado de áreas agrícolas e à introdução de espécies invasoras.

Com a inclusão de uma licença ambiental específica para a proteção das abelhas, seria possível estabelecer diretrizes claras para práticas agrícolas que respeitem a saúde desses polinizadores. Um dos principais benefícios da licença ambiental obrigatória seria a promoção de um manejo agrícola mais sustentável.

As práticas de aplicação de pesticidas, por exemplo, poderiam ser avaliadas e regulamentadas, minimizando o risco de contaminação das colmeias. Isso incluiria a definição de períodos de aplicação, a escolha de produtos menos tóxicos e a promoção de métodos alternativos de controle de pragas.

Ao exigir que os agricultores justifiquem o uso de determinados produtos químicos, a licença poderia incentivar a adoção de práticas mais responsáveis e amigáveis ao meio ambiente. Além disso, a licença ambiental obrigatória poderia servir como um mecanismo de educação e conscientização. O acarretaria em possível passagem por um processo de avaliação e capacitação e a licença poderia proporcionar informações valiosas sobre a importância das abelhas e os impactos das práticas agrícolas na sua saúde. Isso poderia gerar um maior engajamento da comunidade agrícola na proteção das abelhas, promovendo uma cultura de responsabilidade ambiental.

A implementação de uma licença ambiental obrigatória também poderia estimular a pesquisa e o desenvolvimento de soluções alternativas. Com a necessidade de justificar o uso

de pesticidas e outras práticas potencialmente prejudiciais, os agricultores seriam incentivados a buscar métodos de manejo mais sustentáveis.

Isso poderia abrir espaço para inovações tecnológicas, como o uso de biopesticidas, técnicas de controle biológico e práticas agroecológicas, que não apenas protegem as abelhas, mas também melhoram a saúde do solo e a qualidade da produção agrícola. Entretanto, a proposta de licença ambiental obrigatória não está isenta de desafios. A implementação desse sistema exigiria um esforço significativo em termos de regulamentação, fiscalização e monitoramento.

A capacitação dos órgãos reguladores e a criação de infraestrutura adequada seriam essenciais para garantir que as licenças sejam emitidas de forma justa e eficiente. Além disso, a resistência de alguns setores da agricultura, que podem ver essa regulamentação como uma barreira ao seu trabalho, poderia ser um obstáculo a ser superado.

Em conclusão, a adoção de uma licença ambiental obrigatória para o controle da mortalidade de abelhas pode ser uma estratégia eficaz para promover práticas agrícolas sustentáveis e proteger esses polinizadores essenciais.

Ao regular o uso de pesticidas e promover a conscientização, essa abordagem pode contribuir para um manejo agrícola mais responsável e respeitoso com o meio ambiente. Embora existam desafios a serem superados, os benefícios potenciais para a biodiversidade, a agricultura e a segurança alimentar justificam a consideração séria dessa proposta. A preservação das abelhas é uma responsabilidade coletiva, e ações como a licença ambiental obrigatória podem ser passos fundamentais em direção a um futuro mais sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mortalidade das abelhas, observada de forma crescente em diversas regiões do mundo, em especial no Brasil, tem gerado grande preocupação, não apenas por seu impacto direto sobre a biodiversidade, mas também devido às suas consequências na produção agrícola e na segurança alimentar.

Como polinizadores essenciais, as abelhas desempenham um papel fundamental na fertilização de muitas culturas alimentares e na manutenção de ecossistemas saudáveis. Contudo, o avanço da agricultura intensiva e o uso indiscriminado de pesticidas têm colocado essas populações em risco, agravando a diminuição das colônias e, conseqüentemente, afetando a capacidade de polinização e a produção de alimentos.

A implementação de uma licença ambiental obrigatória voltada especificamente para a proteção das abelhas surge como uma estratégia inovadora para mitigar esse impacto. A ideia central dessa proposta é regulamentar e controlar o uso de substâncias químicas no ambiente agrícola, principalmente agrotóxicos, além de estabelecer práticas que preservem os habitats naturais das abelhas.

Esta licença ambiental obrigatória teria o potencial de ser um instrumento poderoso, não apenas para preservar as abelhas, mas também para promover práticas agrícolas mais sustentáveis, equilibradas com o meio ambiente e a saúde pública. Para entender a importância da proposta de uma licença ambiental específica para o uso de agrotóxicos e a proteção das abelhas, foi necessário analisar o contexto normativo atual, para, assim conseguir uma visão da situação dos insetos, dos impactos sofridos pelo uso de agrotóxicos, conseqüentemente, também da necessidade de regulamentação destes atos desencadeados.

A legislação brasileira já conta com um conjunto de normas que regulam o uso de agrotóxicos, como os Decretos e Leis descritos na pesquisa, que designam ao Ministério do Meio Ambiente e ao IBAMA a responsabilidade pela análise e controle desses produtos. No entanto, com as mudanças introduzidas pela Lei nº 14.785/2023, que facilita, em diversos pontos, o processo de registro de novos agrotóxicos, surge a necessidade de uma abordagem mais rigorosa e específica para evitar que essas alterações resultem em um aumento indiscriminado na aplicação dessas substâncias.

Portanto, a introdução de uma licença ambiental obrigatória não seria apenas relevante, mas necessária para assegurar a preservação das abelhas e de outras espécies essenciais para o equilíbrio ecológico.

Ao criar uma licença ambiental que exija uma avaliação de impacto ambiental antes da utilização de agrotóxicos, seria possível controlar e mitigar os riscos associados ao uso dessas substâncias.

Além disso, essa licença poderia ser acompanhada de uma série de medidas educativas, capacitações para os agricultores e incentivos à pesquisa e ao desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis, como agrotóxicos e métodos de controle integrado de pragas.

O incentivo à adoção de práticas mais responsáveis no manejo agrícola não só protegeria as abelhas, mas também contribuiria para a melhoria das condições de cultivo e do solo, promovendo um ambiente mais saudável e sustentável para as futuras gerações. Um dos principais benefícios dessa licença seria, sem dúvida, a promoção de um manejo agrícola mais consciente. A imposição de diretrizes claras sobre o uso de agroquímicos e a proteção dos habitats naturais poderia reduzir significativamente a exposição das abelhas a substâncias tóxicas, preservando a saúde dessas colônias.

No entanto, não seria apenas a regulamentação que traria benefícios. A licença também serviria como uma ferramenta de conscientização, permitindo que os agricultores compreendam melhor a importância das abelhas no ecossistema agrícola e as consequências do uso inadequado de pesticidas.

Ao engajar os produtores na adoção de práticas mais seguras, a licença ajudaria a criar uma cultura de responsabilidade ambiental. Ademais, a licença ambiental obrigatória poderia contribuir para um ciclo virtuoso de inovação. Exigindo que os agricultores justifiquem a utilização de produtos químicos em suas atividades, esse mecanismo estimularia a pesquisa e a busca por soluções mais ecológicas.

O mercado de agrotóxicos, por exemplo, poderia ser fortalecido, o que também favoreceria o desenvolvimento de tecnologias mais avançadas e menos prejudiciais ao meio ambiente. Essa abordagem, longe de ser uma barreira à produtividade agrícola, representaria uma oportunidade de adaptação e modernização do setor, alinhando-o com as tendências globais de sustentabilidade.

Entretanto, a implementação de uma licença ambiental obrigatória não está isenta de desafios. A resistência de alguns setores da agricultura, especialmente os que dependem do uso intensivo de agrotóxicos, poderia ser um obstáculo significativo. Para superar esse desafio, seria essencial estabelecer um diálogo construtivo com os produtores e demais partes envolvidas, como organizações não governamentais, apicultores e órgãos de regulamentação.

A conscientização sobre a importância da proteção das abelhas e os benefícios de práticas agrícolas mais sustentáveis será fundamental para construir um consenso que permita avançar nesse processo.

Além disso, para garantir a efetividade da licença, seria necessário um sistema de fiscalização robusto e eficaz. A implementação de tecnologias de monitoramento, como sensores ambientais e drones, poderia facilitar a detecção precoce de práticas agrícolas inadequadas, permitindo ações corretivas rápidas. A criação de um sistema de certificação, que reconheça as boas práticas agrícolas, também poderia funcionar como um incentivo positivo para os agricultores que adotassem métodos mais sustentáveis, promovendo uma verdadeira mudança no setor.

Em termos operacionais, a licença ambiental obrigatória se encaixaria nas atuais estruturas de licenciamento ambiental do Brasil. A legislação brasileira, já estabelecendo um sistema bem definido para o licenciamento de atividades com potencial impacto ambiental, pode ser expandida para incluir exigências mais específicas voltadas para o uso de agrotóxicos em áreas sensíveis.

O IBAMA, responsável pelo licenciamento na esfera federal, poderia ser o órgão competente para coordenar e monitorar a implementação dessa nova licenciamento, em parceria com os estados e municípios, que também teriam um papel importante na fiscalização local.

Assim, em termos operacionais, a ideia de uma licença ambiental obrigatória no Brasil, voltada para o uso de agrotóxicos em áreas sensíveis, poderia ser integrada dentro das atuais estruturas de licenciamento ambiental do país. O Brasil já possui um sistema consolidado para licenciar atividades que podem causar impactos ambientais, como a construção de infraestruturas, exploração de recursos naturais ou atividades agrícolas.

Esse sistema é regulamentado por uma série de normas e regulamentos, e envolve órgãos como o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), que atua no nível federal, além de órgãos estaduais e municipais que complementam a fiscalização e regulamentação local.

Para incluir o uso de agrotóxicos em áreas sensíveis dentro desse sistema, a legislação poderia ser expandida para criar requisitos específicos para o controle e monitoramento do uso de substâncias químicas em regiões que exigem maior proteção ambiental, como áreas de preservação permanente (APP), zonas de recarga de aquíferos e áreas de conservação de biodiversidade, pois, é essencial não apenas para proteger os

ecossistemas, mas também para garantir a qualidade dos alimentos produzidos nessas regiões, garantindo uma maior possibilidade de alcance da segurança alimentar.

A segurança alimentar envolve a produção de alimentos que sejam não apenas suficientes em quantidade, mas também seguros e livres de contaminantes. O uso excessivo ou inadequado de agrotóxicos pode comprometer essa segurança, ao contaminar solos, águas e alimentos com resíduos tóxicos. Com a implementação de uma licença ambiental específica para o uso de agrotóxicos em áreas sensíveis, seria possível, não apenas, reduzir riscos de contaminação, promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis e protegendo tanto o meio ambiente quanto a saúde pública, mas ajudar na perpetuação de organismos vivos naquela região visada, dentre eles, os insetos polinizadores, tornando a segurança alimentar mais palpável.

Em conclusão, a proposta de uma licença ambiental obrigatória para o controle da mortalidade de abelhas se apresenta como uma solução eficaz para garantir a sustentabilidade da agricultura e a proteção dos ecossistemas.

Ao regulamentar o uso de pesticidas, promover a conscientização e incentivar a adoção de alternativas mais sustentáveis, essa licença poderia criar um ambiente mais seguro para as abelhas e outros polinizadores, contribuindo, assim, para a segurança alimentar e a preservação da biodiversidade.

Embora a implementação dessa proposta enfrente desafios, os benefícios que ela pode gerar para o meio ambiente, a agricultura e a sociedade como um todo justificam a necessidade de sua adoção.

A proteção das abelhas é, sem dúvida, uma responsabilidade coletiva, e a criação de uma licença ambiental obrigatória pode ser um passo decisivo para garantir um futuro mais sustentável e equilibrado para todos.

REFERÊNCIAS

AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; & KLEIN, A. M. **How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production.** *Annals of Botany*, 103(9), 1579-1588, 2009.

ALBUQUERQUE, Marcos C. C. e NICOL, Robert. (1987). **Economia agrícola: o setor primário e a evolução da economia brasileira.** Editora McGraw-Hill Ltda., SP, 335 p.

APHIS. USA (United States of America). Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal (APHIS). **Relatório anual de mortalidade de abelhas nos Estados Unidos.** Kansas: APHIS, 2023.

ATUAL. **Entenda tudo sobre abelhas.** Disponível em: <https://controledepragassp.com.br/entenda-tudo-sobre-as-abelhas/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

BALDONI. **Mel nas tradições culturais.** Disponível em: <https://baldoni.com.br/2022/03/17/mel-nas-tradicoes-culturais/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 7.802 de 1989.** Disponível em: https://planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm. Acesso em: 04 out. 2023.

_____. **Projeto de Lei nº 1.459 de 2022.** Disponível em: https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9166699&ts=1696434160421&disposition=inline&_gl=1*7cqe0*_ga*MjAzNDYwODIxNC4xNjc4ODA4MzI2*_ga_CW3ZH25XMK*MTY5NjQ1MjQyOC43LjAuMTY5NjQ1MjQyOC4wLjAuMA. Acesso em: 04 out. 2023.

_____. **Lei de terras. Lei 601 de 1850.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/10601-1850.htm#:~:text=L0601%2D1850&text=LEI%20No%20601%2C%20DE,sem%20preenchimento%20das%20condi%C3%A7%C3%B5es%20legais. Acesso em: 24 de jun. de 2023.

_____. **Lei Complementar nº 140 de 08 de dezembro de 2011.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm. Acesso em: 24 de jun. de 2023.

_____. **Decreto nº 8.437 de 22 de abril de 2015.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8437.htm. Acesso em: 24 de jun. de 2023.

_____. **Estatuto da terra. Lei 4504 de 1964.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14504.htm. Acesso em: 24 de jun. de 2023.

_____. **Registro e normatização de agrotóxicos. Lei 14.785 de 27 de dezembro de 2023.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/114785.htm. Acesso em: 21 de jun. de 2024.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Agricultura Familiar: um jeito de produzir, um jeito de viver**. Governo Federal do Brasil. Brasília: MAPA, 2020.

_____. Ministério da Saúde – MS. **Impactos dos agrotóxicos na saúde da população e saúde ambiental**. Disponível em: <https://www.saude.ba.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/Cartilha-sobre-impactos-dos-agrotoxicos-na-saude-da-populacao-e-saude-ambiental.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

_____. Estudos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Embrapa. **Pesquisas sobre mortalidade de abelhas em diferentes estados brasileiros**. Viçosa: UFV, 2021.

_____. IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2019**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

_____. **Decreto 4.074 de 04 de janeiro de 2002**. Regulamenta a lei de agrotóxicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm. Acesso em: 08 out. 2024.

_____. **Decreto 12.130 de 07 de agosto de 2024**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2024/Decreto/D12130.htm#art5. Acesso em: 08 out. 2024.

_____. IBAMA. **Portaria 84, de 15 de outubro de 1996**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=99498>. Acesso em: 08 out. 2024.

_____. **Sobre o Licenciamento Ambiental Federal**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/sobre>. Acesso em: 09 out. 2024.

_____. **Instrução Normativa 2 09 de fevereiro de 2017**. Dispõe sobre a avaliação de risco de agrotóxico frente a insetos polinizadores. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=33&data=10/02/2017>. Acesso em: 08 out. 2024.

_____. **Avaliação e destinação**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/avaliacao-e-destinacao/quimicos-e-biologicos/avaliacao-ambiental-para-registro-de-agrotoxicos-seus-componentes-e-afins-de-uso-agricola>. Acesso em: 08 out. 2024.

BELCHIOR *et al.* **Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164063/1/Impactos-de-agrotoxicos-sobre-o-meio-ambiente.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2024.

BREEZE, T. D.; BAILEY, A. P.; BALCOMBE, K. G., & POTTS, S. G.. **Pollination services in the UK: How important are honeybees?**. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 82-88, 2014.

CANO, W. **Crise e industrialização no Brasil entre 1929 e 1954: a reconstrução do Estado Nacional e a política nacional de desenvolvimento**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rep/a/FwKt39SvPW36Thr993KRrF/#>. Acesso em: 12 mar. 2024.

CLAPP, J. **Food**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2017.

CNN. Canal de Notícias. **Juros altos prejudicam produtividade do agronegócio, afirmam especialistas**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/juros-altos-prejudicam-produtividade-do-agronegocio-afirmam-especialistas/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

COSTA, Emilia, Viottida. **Damonaquia à República: momentos decisivos**. 4a. ed. São Paulo: Brasiliense, 1987, p. 143.

COSTA, V.M.H. de M. **A modernização da agricultura no contexto da constituição do complexo agroindustrial no Brasil**. XI Encontro Nacional de Geografia Agrária. Maringá - PR, 1992. p. 02-26, Vol. II (mesas-redondas).

DE JONG, D. **Desaparecimento de abelhas; pesticidas agrícolas afetam insetos, safras e saúde humana**. Scientific American Brasil, v. 84, p. 48-49, 2009.

DE SCHUTTER, O. **The right to food and the impact of liquid biofuels**. Abingdon: Routledge, 2014.

EMBRAPA. **Agricultura e Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil#:~:text=Autores&text=Anualmente%20s%C3%A3o%20usados%20no%20mundo,mil%20toneladas%20de%20produtos%20comerciais>. Acesso em: 21 jun. 2024.

FAO. **The state of food insecurity in the world 2009: Economic crises—impacts and lessons learned**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO 2009.

_____. **The state of food insecurity in the world 2010: Addressing food insecurity in protracted crises**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO 2010.

_____. **The future of food and agriculture: Alternative pathways to 2050**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO 2010.

_____. **The state of food security and nutrition in the world 2019**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO 2010.

_____. **The state of food insecurity in the world 2009: Economic crises—impacts and lessons learned**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO, 2009.

_____. **The state of food security and nutrition in the world 2018: Building climate resilience for food security and nutrition**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO, 2018.

_____. **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Relatório sobre mortalidade de abelhas**. Roma: FAO 2022.

FIA. Fundação Instituto de Administração. **Agronegócio: o que é, como funciona e setores.** Disponível em: <https://fia.com.br/blog/agronegocio/#:~:text=Em%202020%2C%20teve%20a%20maior,pa%C3%ADses%20tem%20origem%20no%20agroneg%C3%B3cio>. Acesso em: 15 mar. 2024.

FOLEY, J. A., RAMANKUTTY, N., BRAUMAN, K. A., CASSIDY, E. S., GERBER, J. S., JOHNSTON, M., ... & ZAKS, D. P. M.. **Solutions for a cultivated planet.** *Nature*, 478(7369), 337-342, 2011.

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M. A.; BOMMARCO R.; CUNNINGHAM, S. A., ... & KLEIN, A. M. **Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance.** *Science*, 339(6127), 1608-1611, 2013.

GARRATT, M. P., BREEZE, T. D., JENNER, N., POLCE, C., BIESMEIJER, J. C., & POTTS, S. G. **Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 184, 34-40, 2014.

GLOBO. **Apicultores brasileiros encontram meio bilhão de abelhas mortas em três meses.** Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2019/05/apicultores-brasileiros-encontram-meio-bilhao-de-abelhas-mortas-em-tres-meses.html>. Acesso em: 20 mar. 2024.

_____. **Mais de 100 milhões de abelhas são mortas em MT devido aplicação errada de agrotóxico.** Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2023/07/19/cerca-de-600-colmeias-sao-intoxicadas-em-mt-apos-aplicacao-errada-de-agrotoxico.ghtml>. Acesso em: 20 mar. 2024.

GODFRAY, H. C. J., BEDDINGTON, J. R., CRUTE, I. R., HADDAD, L., LAWRENCE, D., MUIR, J. F., ... & TOULMIN, C. **Food security: the challenge of feeding 9 billion people.** *Science*, 327(5967), 812-818, 2010.

GOMES, Daniela; MARTINELLI, Danúbia Maria Cazarotto. **O código florestal e o uso da propriedade rural na perspectiva da (in)constitucionalidade da reserva legal.** *Cadernos de Direito*, Piracicaba, v. 12, n. 23, p. 215-233, jul.-dez. 2012. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/cd/article/view/1200/1020>. Acesso em: 12 mar. 2024.

GONÇALVES, Paulo. **Procuram-se braços para a lavoura: imigrantes e retirantes na economia cafeeira paulista no final do Oitocentos.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbh/a/hH6GwSKCCdyNQqKrgkzrZw/#>. Acesso em: 15 mar. 2024.

GOULSON, D.; NICHOLLS, E.; BOTÍAS, C.; & ROTHERAY, E. L. **Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers.** *Science*, 347(6229), 1255957, 2015.

GRAZIANO DA SILVA, José. **A industrialização e a urbanização da agriculturabrasileira.** In: "O agrário paulista". *Revista da Fundação SEADE*, vol. 7 (3), julho-setembro, São Paulo – SP, 1993.

GRAZIANO DA SILVA, J. **Tecnologia e agricultura familiar**. Porto Alegre: Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 238 p.

GROSSI, Paolo. **L'inaugurazione della proprietà moderna**. Napoli: Cuida, 1980.

HERRERA FLORES, Joaquín. **A reinvenção dos direitos humanos**. Trad. por Carlos Roberto Diogo Garcia et al. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2009.

HLPE. **Nutrition and food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security**. Rome: 2017.

IANNI, O. **A era do globalismo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1997.

IFPRI. **Global food policy report 2018**. International Food Policy Research Institute. 2018.

IPCC. **Climate change 2014: Synthesis report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2014.

IPES. **Food. From uniformity to diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems**. International Panel of Experts on Sustainable Food Systems, 2016.

KAGEYAMA, A. A. et al. **O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais**. In: DELGADO, G. C.; GASQUES, J. C.; VILLA VERDE, C. M. (Org.). Agricultura e políticas públicas. 2 ed. Brasília: IPEA, 1996. Cap. 2, p. 113-223. (Série IPEA; n. 127)

KERR, J. T.; PINDAR, A.; GALPERN, P.; PACKER, L.; POTTS, S. G.; ROBERTS, S. M.; ... & RASMONT, P. **Climate change impacts on bumblebees converge across continents**. Science, 349(6244), 177-180, 2015.

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, 274(1608), 303-313, 2007.

_____; STEFFAN-DEWENTER, I., & TSCHARNTKE, T. **Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees**. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 270(1518), 955-961, 2003.

LIMA, Pedro. **A evolução do agronegócio em Goiás: As transformações e consequências sociais de 1970 a 2010**. Disponível em: <https://tede2.pucgoias.edu.br/bitstream/tede/2788/1/Pedro%20Ramos%20Lima.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

MACHADO, Gabriel C. **Agronegócio brasileiro importância e complexidade do setor**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opinia0-cepea/agronegocio-brasileiro-importancia-e-complexidade-do-setor.aspx>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MARÉS, Carlos Frederico. **A função social da terra**. Disponível em: <https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:redede.virtual.bibliotecas:livro:2003;000645983>. Acesso em 21 ju. 2024.

MATOS, Patrícia Francisca. **A Modernização da Agricultura no Brasil e os Novos Usos do Território**. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/2456/1730>. Acesso em: 10 out. 2023.

MCMICHAEL, P. **A food regime analysis of the ‘world food crisis’**. *Agriculture and Human Values*, 26(4), 281-295, 2009.

MOTTA, Márcia Maria Menendes. **A Lei de Sesmarias e a ocupação colonial: sobre as leis**. In: MOTTA, Márcia; ZARTH, Paulo (Orgs.). *Direito à terra no Brasil: a gestação do conflito 1795-1854*. São Paulo: Alameda, 2012, p. 129-197;

MULLER, G. **Complexo Agroindustrial e Modernização Agrária**. São Paulo: Hucitec: EDUC, 1989.

ORMOND et al. **Cadeia Produtiva do Trigo**. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2584/1/BS%2018%20Cadeia%20produtiva%20do%20trigo_P.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

OXFAM. **Fome avança no Brasil em 2022 e atinge 33,1 milhões de pessoas**. Disponível em: <https://www.oxfam.org.br/noticias/fome-avanca-no-brasil-em-2022-e-atinge-331-milhoes-de-pessoas/#:~:text=É%20um%20aumento%20de%207,%2C2%25%20dos%20lares%20brasileiros>. Acesso em: 24 jun. 2024.

PAREJA, L. et al. **Detection of Pesticides in Active and Depopulated Beehives in Uruguay**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 8, p. 3844-3858, 2011.

PORTO, Costa. **O sistema sesmarial no Brasil**. Brasília: Universidade de Brasília, 1965;

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. 7. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2017.

POTTS, S. G., BIESMEIJER, J. C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O., & KUNIN, W. E. **Global pollinator declines: trends, impacts and drivers**. *Trends in Ecology & Evolution*. 25(6), 345-353, 2010.

PRETTY, J.; BENTON, T. G.; BHARUCHA, Z. P.; DICKS, L. V.; FLORA, C. B.; GODFRAY, H. C. J.; ... & WHITELEY, N. M. **Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification**. *Nature Sustainability*, 1(8), 441-446, 2018.

RAWLINS, N Omri. **Introduction to Agribusiness**. New Jersey: Delmar/Thomson Learning 1980.

RIGHETTO, Ana J et al. **Predicting weed invasion in a sugarcane cultivar using multispectral image**. *Journal of Applied Statistics*, v. 46, n. 1, p. 1-12, 2019. (Tradução

nossa). Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1080/02664763.2018.1450362>. Acesso em: 30 jun. 2023.

RIGOTTO R.M.; VASCONCELOS D.P.; ROCHA M.M.; **Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública**. Cad. Saúde Pública. 2014; 30(7):1-3.

ROCKSTRÖM, J., STEFFEN, W., NOONE, K., PERSSON, Å., CHAPIN III, F. S., LAMBIN, E., ... & FOLEY, J. A. (2009). **Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity**. Ecology and Society, 14(2), 32, 2009.

ROSENKRANZ, P.; AUMEIER, P.; & ZIEGELMANN, B. **Biology and control of Varroa destructor**. Journal of Invertebrate Pathology, 103, S96-S119, 2010.

ROYAL SOCIETY. **Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture**. London: The Royal Society, 2009.

SALDANHA, E. **Incentivos fiscais no agronegócio: como maximizar seus benefícios**. Disponível em: eduardasaldanha.com.br/incentivos-fiscais-no-agronegocio-como-maximizar-seus-beneficios#:~:text=No%20agronegocio%2C%20esses%20incentivos%20podem,%2C%20produção%20sustentável%20e%20exportação. Acesso em: 18 mar. 2024.

SANTOS, F. P.; MIZIARA, F. **A expansão da Fronteira Agrícola em Goiás: análise da influência das características “naturais” do espaço**. In: IV ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, Brasília, DF, 2008. Anais do IV Encontro Nacional da Anppas, Brasília, 2008. p. 1-12.

SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. A. **A importância da inovação aplicada ao agronegócio: uma revisão**. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/relainep/article/download/55158/33886>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SÃO PAULO, Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. **Relatórios sobre mortalidade de abelhas no estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, 2023.

SEERS, D. **Inflación y crecimiento: Resumen de La experiencia em América Latina**”. Cepal, Boletim Econômico da América Latina, V. VII, n. 1, Santiago 2/1962.

SHIVA, V. **A violência da revolução verde: agricultura, ecologia e política do terceiro mundo**. Lisboa: Mahatma, 2015.

SILVA, Lígia Osório. **O sesmarialismo; O fim das sesmarias e O predomínio da posse**. In: _____. Terras Devolutas e Latifúndio. 2a ed. Campinas: Editora Unicamp, 2008. 41-103;

SORJ, BERNARDO. (1986). **Estado e classes sociais na agricultura brasileira**. 2ª. edição ampliada. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S. A., 1962 p.

SPADOTTO, C. **Perdas de agrotóxicos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/residuos/perdas-de-agrotoxicos>. Acesso em: 18 mar. 2024.

STEFFAN-DEWENTER, I.; MÜNZENBERG, U.; BÜRGER, C.; THIES, C.; & TSCHARNTKE, T. **Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds**. *Ecology*, 83(5), 1421-1432, 2002.

TERRA MAGNA. **Agronegócio no Brasil vantagens e desvantagens no setor**. Disponível em: <https://terramagna.com.br/blog/agronegocio-no-brasil-vantagens-e-desvantagens/>. Acesso em: 29 mai. 2024.

WILLIAMS, G. R. et al. **Colony Collapse Disorder in context**. *Bioessays*, v. 32, P.845-846, 2010.

WINFREE, R.; BARTOMEUS, I.; & CARIVEAU, D. P. **Native pollinators in anthropogenic habitats**. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 44, 433-456, 2013.