



UFG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIO**

VINÍCIUS DINIZ FRIAS

**EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA SOJA E ALGODÃO NA PRODUTIVIDADE DE
CULTURAS ESSENCIALMENTE DEPENDENTES DA POLINIZAÇÃO ANIMAL NO
CENTRO-OESTE BRASILEIRO**

**GOIÂNIA/GO
2021**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

**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

2. Nome completo do autor

Vinícius Diniz Frias

3. Título do trabalho

EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA SOJA E ALGODÃO NA PRODUTIVIDADE DE CULTURAS ESSENCIALMENTE DEPENDENTES DA POLINIZAÇÃO ANIMAL NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO

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(a) autor(a) e ao(a) 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 **Klaus De Oliveira Abdala, Professor do Magistério Superior**, em 05/07/2021, às 17:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **VINÍCIUS DINIZ FRIAS, Discente**, em 19/07/2021, às 10:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



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 **2181657** e o código CRC **1C9F340E**.

VINÍCIUS DINIZ FRIAS

EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE SOJA E ALGODÃO NA PRODUTIVIDADE DE CULTURAS ESSENCIALMENTE DEPENDENTES DA POLINIZAÇÃO ANIMAL NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio – PPAGRO da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás – EA/UFG, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronegócio.

Área de concentração: Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais.

Linha de Pesquisa: Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Orientador: Prof. Dr. Klaus de Oliveira Abdala.

GOIÂNIA/GO

2021

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

Frias, Vinícius Diniz
EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA SOJA E ALGODÃO NA
PRODUTIVIDADE DE CULTURAS ESSENCIALMENTE
DEPENDENTES DA POLINIZAÇÃO ANIMAL NO CENTRO-OESTE
BRASILEIRO [manuscrito] / Vinícius Diniz Frias. - 2021.
75 f.

Orientador: Prof. Klaus de Oliveira Abdala.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronegócio,
Goiânia, 2021.

Bibliografia.

Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, tabelas.

1. Abelhas. 2. Agrotóxicos. 3. Centro-Oeste Brasileiro. 4. Serviço
Ecológico da Polinização. I. Abdala, Klaus de Oliveira, orient. II.
Título.

CDU 63



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **09/2021** da sessão de Defesa de Dissertação de **Vinícius Diniz Frias**, que confere o título de Mestre em **Agronegócio**, na área de concentração em **Sustentabilidade e Competitividade dos Sistemas Agroindustriais**.

Aos cinco dias do mês de julho de dois mil e vinte e um, a partir das 14h, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA SOJA E ALGODÃO NA PRODUTIVIDADE DE CULTURAS ESSENCIALMENTE DEPENDENTES DA POLINIZAÇÃO ANIMAL NO CENTRO-OESTE BRASILEIRO". Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Klaus de Oliveira Abdala (EA/UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Marcelo Dias Paes Ferreira (UFV), membro titular interno; e Professora Doutora Edivani Villaron Franceschinelli (ICB/UFG), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. 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 Professor Doutor Klaus de Oliveira Abdala, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos cinco dias do mês de julho de dois mil e vinte e um.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Klaus De Oliveira Abdala, Professor do Magistério Superior**, em 05/07/2021, às 17:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edivani Villaron Franceschinelli, Professora do Magistério Superior**, em 06/07/2021, às 14:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Dias Paes Ferreira, Usuário Externo**, em 14/07/2021, às 19:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



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 **2181656** e o código CRC **8B3D893A**.

Referência: Processo nº 23070.034806/2021-14

SEI nº 2181656

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Goiás - UFG, junto ao PPGAGRO – Programa de Pós-Graduação em Agronegócio. Agradeço também à CAPES, pelo apoio financeiro concedido durante a realização deste trabalho.

Considero minha dissertação, um produto resultado de um trabalho coletivo, no qual muitas pessoas, a quem sou muito grato participaram, e sem elas, meu mestrado não seria possível:

Meu orientador Klaus de Oliveira Abdala, pela confiança, pelos ensinamentos e por ter abraçado a minha ideia desde o começo.

Ao meu colega e doutorando do PPGAGRO Heverton Eustáquio, por ter sido sempre solícito quando precisei de auxílio.

Aos meus amigos Gabriela, Jaqueline, João Ricardo, Kléber, Larissa, Najila e Rejane pelo acolhimento logo que cheguei em Goiânia. Sem vocês a minha trajetória não teria sido tão proveitosa, vocês tornaram os meus dias mais felizes. Agradeço em especial a Gabi pela amizade e pelo ombro amigo, com você dividi todos os meus momentos os mais tristes e os mais felizes.

A todos os membros do PPGAGRO, professores e demais funcionários, em especial a Lindinalva e a professora Sybelle Barreira, por desenvolverem um trabalho de acolhimento que vai além de suas funções.

Aos professores e membros da banca examinadora, professora Edivani Franceschinelli e professor Marcelo Dias Paes Ferreira, por aceitarem contribuir com o desenvolvimento do trabalho.

Ao meu pai Jaime Assunção Frias que sempre acreditou nos meus sonhos e nunca mediu esforços para torna-los realidade. Você jamais será somente uma lembrança ou um simples número, o levarei sempre comigo, te amarei e horarei até o fim da minha história. A minha mãe Luzia e minha irmã Bruna por serem meu porto seguro, por estarem presentes em minha vida nos momentos mais importantes. Digo com muito orgulho que tenho a melhor família do mundo.

Agradeço a Deus, acima de tudo, principalmente por me confortar e encorajar nos momentos difíceis.

RESUMO

Segundo dados da FAO (2004), aproximadamente 73% das espécies agrícolas cultivadas no mundo são polinizadas por espécies de abelhas. Entretanto um constante declínio na população desses polinizadores vem sendo observado em diversos países, e o uso indiscriminado de agrotóxicos tem sido apontado como um fator de grande relevância neste processo. Com o objetivo de analisar o efeito da presença locacional das culturas de soja e algodão, que utilizam agrotóxicos nocivos aos polinizadores, na produtividade de culturas sensíveis a polinização no centro-oeste brasileiro, (região que possui produtividade expressiva para o agronegócio do Brasil), realizou-se a presente dissertação. Para isso, adotou-se uma abordagem quantitativa, com emprego de ferramentas estatísticas, em especial a análise de regressão através da elaboração de um modelo empírico, a fim de testar a hipótese de que municípios que não têm plantio de soja e/ou algodão, possuem produtividades de culturas polinizadas mais elevadas do que em municípios que possuem plantio de soja e/ou algodão, bem como verificar se a presença de Vegetação Nativa, (habitat de abelhas nativas), favorecem o serviço ecossistêmico da polinização, contribuindo para a produtividade de culturas essencialmente dependentes desse serviço. Os resultados sugerem que o aumento do cultivo de Soja e Algodão no Centro-Oeste brasileiro não interferem na produtividade por hectare das culturas analisadas.

Palavras-chave: Abelhas; Agrotóxicos; Centro-Oeste Brasileiro; Serviço Ecossistêmico da Polinização.

ABSTRACT

According to FAO's data (2004) approximately 73% of agricultural species cultivated worldwide are pollinated by bees. However, a steady decline in the population of these pollinators has been observed in several countries and the indiscriminate use of pesticides has been pointed out as a major factor in this process. This master thesis aimed to analyze the effect of the locational presence of soybean and cotton crops which use pesticides that are harmful to pollinators on the productivity of crops sensitive to pollination in central-western Brazil (a region that has significant productivity for agribusiness in Brazil). For this, a quantitative approach was adopted using statistical tools especially regression analysis through the development of an empirical model in order to test the hypothesis that municipalities that have not planted soybeans and/or cotton have higher productivity of pollinated crops than in municipalities that have planted soybeans and/or cotton, as well as to verify if the presence of forest remnants (habitat of native bees) favor the ecosystem service of pollination contributing to the productivity of crops essentially dependent on this service. The results suggest that the increase in the cultivation of Soy and Cotton in the Brazilian Midwest does not interfere in the productivity per hectare of the crops analyzed.

Key words: Bees; Pesticides; Central-Western Brazil; Ecosystem Service of Pollination.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAPA	Associação Brasileira dos Produtores de Algodão
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNA	A Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IP	Índice de Precipitação
IPBES	<i>Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISA	Índice de Concentração de Soja e Algodão
IT	Índice de Temperatura
IVN	Índice de Vegetação Nativa
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PIB	Produto Interno Bruto
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SINDIVEG	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 Variáveis Ambientais e suas Influências na Agricultura.....	16
3.1.1 Clima	16
3.1.2 Fertilidade do Solo	17
3.2 Polinização	18
3.2.1 Polinização como Fator de Produção Agrícola	19
3.3 O Papel da Fruticultura no Agronegócio Brasileiro	21
3.3.1 Cultura da Melancia	22
3.3.2 Cultura do Maracujá	24
3.3.3 Cultura da Tangerina.....	26
3.3.4 Cultura do Melão	28
3.4 A Relação do Uso de Agrotóxicos com o Declínio dos Polinizadores	30
3.4.1 Cultivo de Soja e Algodão no Centro-Oeste Brasileiro e sua Relação com o consumo de Agrotóxicos.....	32
3.5 Estratégias que Auxiliam o Processo de Polinização, quando há ausência de Polinizadores Naturais.....	34
3.5.1 Polinização manual, artificial ou controlada	34
3.5.2 Integração agricultura-apicultura	35
3.5.3 Práticas para o favorecimento de polinizadores em áreas agrícolas	37
4 METODOLOGIA.....	44
4.1 Base de Dados	44
4.2 Análise de Estatísticas Descritiva	46
4.3 Modelo Empírico.....	46
4.3.1 Variáveis Utilizadas no Modelo	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
5.1 Estatística Descritiva.....	51
5.2 Resultados dos Modelos Econométricos	54
6 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio possui expressiva importância no contexto econômico brasileiro e mundial, sustenta uma imensa cadeia produtiva que vai do campo a agroindústria possuindo papel destacado no suprimento de alimentos para o mundo todo (MARQUES *et al.*, 2006). De acordo com o CEPEA, em 2019 o PIB do agronegócio teve participação de 21,4% no total do PIB do Brasil.

O crescimento do agronegócio representa uma grande conquista social. A agropecuária atualmente é o setor de atividade econômica que mais abriu vagas em 2020, com saldo positivo de 98.320 novas vagas de janeiro a agosto. A riqueza gerada contribuiu para gerar renda e emprego em todos os elos da cadeia produtiva: fornecimentos de insumos e serviços, produção, transporte, comercialização, processamento, distribuição e consumo (CNA, 2020).

Dessa forma, devido à importância do agronegócio para a economia brasileira, sendo seus ganhos de produtividade de grande relevância para o desempenho econômico e social do país, torna-se importante decompor e analisar os principais fatores determinantes dessa produtividade (FELEMA; RAIHER; FERREIRA, 2013).

De acordo com Carneiro *et al.*, (2005), a produção do setor agropecuário depende de vários fatores, sendo decorrente não somente de condições relacionadas à terra, capital e trabalho, mas também das condições ambientais, como a fertilidade natural do solo e o clima, uma vez que produtores, submetidos a restrições ambientais, precisam utilizar mais insumos como forma de compensar essas restrições. Segundo Souza (2007), a polinização é um dos principais fatores de produção, sendo fundamental na condução de muitas culturas agrícolas ao redor do mundo.

Entende-se por polinização a transferência de grãos de pólen entre a antera de uma flor e o estigma de outra. Tal processo pode ser realizado tanto por animais como por vento ou água. A maioria das plantas, cultivadas ou nativas, é polinizada por animais e depende destes para sua reprodução formando frutos e sementes (KLEIN *et al.* 2007; OLLERTON *et al.* 2011; ROUBIK 2018).

Para Constanza *et al.*, (1997), os serviços ecossistêmicos, dentre eles a polinização, são basais para a manutenção da vida na Terra, contribuindo para o bem-estar humano de forma direta ou indireta. A polinização garante a reprodução de diversas espécies. Segundo Ollerton *et al.*, (2011), cerca de 90% das plantas são

polinizadas por animais, sendo os insetos os principais organismos responsáveis por esse processo (GIANNINI *et al.*, 2014).

Os polinizadores são organismos fundamentais para o funcionamento de ecossistemas naturais e agrícolas, segundo Klein *et al.*, (2007) aproximadamente 70% das plantas cultivadas para o consumo humano têm aumento de produção em consequência da polinização promovida por animais, principalmente abelhas.

No Brasil 60 % das espécies cultivadas, utilizadas na alimentação humana bem como para produção animal, biodiesel e fibras, dependem em certo grau da polinização animal (GIANNINI *et al.*, 2015). Dados levantados de 200 países demonstraram que das 114 culturas globais mais importantes, 86 dependem da polinização por animais enquanto apenas 28 não dependem, permitindo deduzir que a diminuição, ou ausência desse serviço, bem como o declínio dos polinizadores resultaria em uma dieta nutricional empobrecida para os seres humanos (KLEIN *et al.*, 2007).

No processo de polinização, as abelhas se destacam em meio aos outros animais que o realizam, uma vez que apresentam alta diversidade morfológica entre as espécies e comportamento especializado (CARDINAL & DANFORTH 2013, MOORE 2001, RICHARDS & KOPTUR 1993). Segundo dados da FAO (2004), aproximadamente 73% das espécies agrícolas cultivadas no mundo são polinizadas por espécies de abelhas, sendo as moscas responsáveis por 19%, os morcegos por 6,5%, os besouros por 5%, as vespas por 5%, as borboletas e mariposas por 4% e os pássaros por 4%.

Entretanto um constante declínio na população desses polinizadores vem sendo observado em diversos países, com tendência de redução ainda maior. Diminuição esta que, segundo Kremen (2004), pode sustar os serviços de polinização nos ecossistemas naturais e agrícolas e a manutenção da capacidade reprodutiva de plantas silvestres gerando preocupações ecológicas, econômicas e de segurança alimentar, devido às perdas, tanto na produtividade agrícola como na biodiversidade.

Alguns pesquisadores apresentaram hipóteses que explicam esse declínio, entre elas a intensificação na utilização do solo, a existência de parasitas e patógenos, a falta de recursos para a sobrevivência das colônias devido à fragmentação do habitat, as plantas geneticamente modificadas (OGM) e o uso indiscriminado de agrotóxicos (BLACQUIERE *et al.*, 2012, KLUSER & PEDUZZI 2007, NEUMANN & CARREK 2010, POTTS *et al.*, 2016, VIDAU *et al.*, 2001), sendo, este último, um fator

de grande relevância pois reduz drasticamente a população de abelhas, já que essas, ao visitarem as culturas pulverizadas, podem ser afetadas tanto por contato quanto pela ingestão de alimentos contaminados (BRITAIN E POTTS, 2011; FAIRBROTHER., *et al*, 2014).

Pode-se observar que o crescimento do agronegócio brasileiro vem acompanhado por preocupações com as consequências da atividade ao meio ambiente, sobretudo o aumento do consumo de agrotóxicos e o impacto aos polinizadores. Segundo o Sindiveg (2020), 81% dos defensivos utilizados no Brasil são destinados basicamente para quatro culturas soja, milho, cana-de-açúcar e algodão, culturas estas intensamente produzidas na região centro-oeste.

A soja representa a cultura que mais utiliza agrotóxicos no Brasil, registrando 63% do total de agrotóxicos utilizados em produtos formulados (PIGNATI ET AL., 2017); já o algodão ocupa a quarta colocação do ranking das que mais consomem agrotóxicos, sendo responsável por aproximadamente 10% do volume total de pesticidas utilizado no país (BOMBARDI, 2017), com uma aplicação média de 28 litros por hectare (ABRASCO, 2015).

Neste contexto, dada a importância da polinização para a produção agrícola e o observado declínio dos agentes polinizadores decorrente da utilização intensiva de agrotóxicos em culturas potencialmente produzidas na região centro-oeste do Brasil, O presente projeto traz o seguinte questionamento: Qual o efeito da presença locacional de culturas que utilizam regularmente agrotóxicos nocivos a polinizadores na produtividade de culturas sensíveis a polinização, na região centro-oeste? Mais especificamente, é possível a diversificação produtiva em nível municipal com a coexistência destes dois grupos de culturas?

O estudo pretende contribuir com respostas que permitam subsidiar as tomadas de decisão, públicas e privada, a partir da investigação empírica, em nível macro-analítico, da existência de externalidades negativas na produção de culturas sensíveis a polinização, ocorridas, sobretudo, devido à diminuição, ou desorientação, da população de abelhas, decorrentes da intoxicação das mesmas por agrotóxicos, conseqüentemente, afetando adversamente a polinização.

O desenvolvimento de estudos acerca deste tema é de fundamental importância, principalmente quando considerada a atual flexibilização das regras de fiscalização e aplicação dos agrotóxicos.

Obter informações a respeito de impactos causados pelo uso de agrotóxicos fortalece as diretrizes de Políticas de Preservação Ambiental, tais como a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA, que objetiva implementar ações que contribuam para a redução progressiva do uso de agrotóxicos na produção agrícola, pecuária, extrativista e nas práticas de manejo dos recursos naturais, através da oferta de insumos de origens biológicas e naturais, contribuindo para a promoção da saúde e sustentabilidade ambiental, com a produção de alimentos saudáveis.

Este trabalho foi estruturado da seguinte forma: o tópico 2 apresenta os objetivos da pesquisa, no tópico 3, realizou-se uma revisão de literatura empírica para os estudos internacionais e brasileiros; já no tópico 4 foram apresentados a materiais e métodos utilizados. Essas seções abrangem o conhecimento atual sobre o tema e estruturam-se de forma a fornecer argumentos para a sustentação do problema de pesquisa e estabelecer diretrizes para o alcance do objetivo geral deste trabalho. Os resultados e discussões foram expostos no item 5, e no item 6 apresentou-se a conclusão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o efeito da presença locacional das culturas de soja e algodão, as quais utilizam agrotóxicos nocivos aos polinizadores, na produtividade de culturas sensíveis a polinização.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar análise exploratória dos dados coletados;
- b) Estimar o impacto de variáveis meteorológicas (clima e pluviosidade), sobre a produtividade das culturas essencialmente dependentes de polinização animal.
- c) Estimar o impacto da concentração de Vegetação Nativa sobre a produtividade de culturas essencialmente dependentes de polinização animal.
- d) Estimar o impacto da concentração da soja e algodão, sobre a produtividade de culturas essencialmente dependentes de polinização animal.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Variáveis Ambientais e suas Influências na Agricultura

A produção do setor agropecuário depende de vários fatores que fogem do controle das firmas, fatores estes que influenciam na produção e produtividade do agronegócio. Entre eles estão o meio físico, como o clima o solo e a pluviosidade (MOREIRA, 2002). Para Zilberman *et al.* (1999) e López (1997), as variáveis ambientais propiciam o desenvolvimento das atividades agropecuárias em um determinado ambiente e o processo produtivo interfere no ambiente, que age sobre a agropecuária, formando um ciclo.

A eficiência ou ineficiência da produção agropecuária é resultado não somente de fatores como terra, trabalho e capital, mas também das condições ambientais, uma vez que produtores, submetidos a restrições ambientais, precisam utilizar mais insumos como forma de compensar essas restrições, e não pela ineficiência (CARNEIRO *et al.*, 2005).

Segundo Luz, Ferreira e Bezerra (2002), a produtividade de uma cultura é consequência da ação de diferentes propriedades vinculadas à planta, tais como: o potencial genético em produção, a eficiência no uso da água e dos nutrientes e a tolerância e resistência a estresses; ao clima (luz, precipitação e temperatura), ao solo (fertilidade, características físicas e tipos de solo) e ao manejo (população de plantas, controle de pragas, de doenças e de plantas daninhas, irrigação).

3.1.1 Clima

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), na década de 1990, identificou que questões climáticas são responsáveis por 95% das perdas na agricultura, sobretudo pelas secas ou pelos excessos de chuvas. Esses resultados propiciaram o desenvolvimento dos estudos de riscos climáticos em agricultura no país (VIANELLO *et al.*, 2008). As variáveis climáticas relacionadas à produção agrícola são a radiação solar a temperatura e a precipitação. A radiação fornece a energia para os processos de fotossíntese, contribuindo para o crescimento das plantas, a temperatura regula o desenvolvimento reprodutivo e a precipitação afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas (HOOGENBOOM, 2000).

Segundo Dienice e Canever (2015), uma das principais causas das oscilações dos rendimentos e da produção agrícola é a variabilidade da precipitação pluvial. Essa variação causa redução na rentabilidade dos produtores e mudanças de preços dos produtos.

De acordo com Hoogenboom (2000), algumas espécies de cultivares são mais tolerantes às secas do que outros, mas a maioria sofre danos pela falta de chuva. O déficit hídrico pode causar o aumento ou a diminuição nas taxas de desenvolvimento das plantas, provocando modificações em seus diversos componentes. O excesso hídrico pode ocasionar alagamentos e inundações, deixando as plantas sem oxigênio na zona de enraizamento, ocasionando altas taxas de mortalidade.

Para Assad *et al.*, (2008), as fontes de impactos climáticos acarretam improbabilidades relacionadas ao agronegócio, de modo que a redução dos riscos associados a tais impactos representa um dos fatores de grande importância no aumento da produtividade e elevação da renda do produtor rural. A produção com baixo risco de perda permite aperfeiçoar o planejamento no médio e longo prazo, minimizando o custo para financiamento do setor e reduzindo os custos sociais quando ocorrem fenômenos adversos intensos.

3.1.2 Fertilidade do Solo

Luz, Ferreira e Bezerra (2002), definem a fertilidade como a capacidade do solo em fornecer nutrientes às plantas em proporções adequadas para a obtenção de grandes produtividades, podendo ser modificada pelo homem com certa facilidade, de acordo com as exigências de cada planta. O valor agrônômico do solo é evidenciado pela fertilidade que ele possui.

Para se desenvolver, as plantas necessitam de alguns nutrientes em grandes quantidades (kg/ha), os chamados macronutrientes, (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre). Elas também necessitam de outros nutrientes em menores quantidades (g/ha), os chamados micronutrientes, (boro, cobre, cloro, ferro, níquel manganês e zinco). (LUZ; FERREIRA; BEZERRA, 2002).

Esses elementos totalizam juntos, apenas 5 a 7% do peso seco das plantas. Contudo, são essenciais para que elas possam absorver do ar e da água o carbono (C), o oxigênio (O) e o hidrogênio (H) e sintetizar os produtos orgânicos diversos que compõem a produção agrícola (MARSCHNER, 1995). No geral, a produtividade é

proporcional à retirada de nutrientes do solo, tanto através do produto colhido como das partes aéreas e radiculares das plantas.

A fertilidade pode ser conduzida em condições ideais pela intervenção do homem, através da calagem e da adubação. Malavolta (1989) define adubação como a prática agrícola que ocorre através da adição de nutrientes a uma quantidade que preencha a lacuna entre o que a planta exige e o que o solo pode fornecer.

Para realizar a adubação, primeiramente é preciso conhecer as necessidades nutricionais daquele solo através da análise. A adubação deve ser feita a partir da riqueza do solo e das necessidades da cultura. Através da análise do solo pode-se estimar as necessidades nutricionais e de calagem a fim de evitar custos excessivos possibilitando uma produção economicamente rentável para o agricultor. (LUZ; FERREIRA; BEZERRA, 2002).

3.2 Polinização

A polinização nada mais é do que a transferência de grãos de pólen (gameta masculino) das anteras, parte reprodutiva masculina de uma flor, para o estigma, a parte reprodutiva feminina, de uma flor da mesma espécie vegetal. Esse é o primeiro passo para a reprodução sexual das plantas. Uma vez lá, os grãos de pólen germinam e fertilizam os óvulos dando origem aos embriões vegetais e promovendo o desenvolvimento do fruto e sementes (DELAPLANE et al., 2013).

Os polinizadores são os vetores que funcionam como intermediários nesse processo de reprodução transferindo o pólen das anteras para os estigmas. Uma polinização bem feita está diretamente ligada a um melhor rendimento da cultura agrícola, podendo não só levar ao aumento no número de sementes, vagens ou frutos vingados, como também melhorar a qualidade dos frutos (tamanho, peso, aparência, sabor e até elevar os valores nutritivos e o tempo de prateleira) e sementes (percentual de germinação e teor de óleos), além de influenciar positivamente em outras características de importância agrônômica, tais como a antecipação e a uniformização no amadurecimento dos frutos, diminuindo as perdas na colheita (FREITAS et al. 2016).

Embora as culturas com maior volume de produção mundial, os cereais (arroz, milho, trigo, cevada) se beneficiem de um polinizador abiótico, o vento, 75% das principais fontes de alimento do mundo dependem, pelo menos em parte, da

polinização realizada por animais (polinização biótica), principalmente as abelhas (IPBES, 2016).

3.2.1 Polinização como Fator de Produção Agrícola

No que se refere à produção de alimentos especificamente no Brasil, pode se dizer que a maioria das plantas cultivadas, não se autopolinizam e também não realizam frutificação na ausência de polinizadores. A polinização cruzada pode melhorar a qualidade dos frutos e sementes produzidos ampliando a variabilidade genética, tornando-os menos susceptíveis a pragas e doenças. A presença de polinizadores tende a impulsionar também a produção, tanto em quantidade como em qualidade, de espécies capazes de se autopolinizar (BPBES/REBIPP, 2019).

De acordo com 1º Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimento no Brasil (2019), o processo de polinização exerce grande influência no agronegócio brasileiro. O relatório infere para 91 das 191 plantas cultivadas e silvestres relacionadas à alimentação no Brasil, a classe de dependência de polinizadores. Segundo Klein *et al.* (2007), define-se esse grau de dependência de polinização através do aumento de produção em decorrência da ação de polinizadores. Esta dependência pode variar gradativamente de ausente (para aquelas plantas que possuem alta capacidade de se autopolinizar e/ou produzir frutos sem polinizadores) a pouca, modesta, alta ou essencial.

Gallai e Vaissière (2009) descrevem as taxas de dependência (TD), a partir de quatro faixas de incremento: Essencial (TD = 0,95): incremento de 90% a 100% na produção com a ação de polinizadores; Alta (TD = 0,65): com incremento de 40% a 90%; Modesta (TD = 0,25): incremento de 10% a 40%; Pouca (TD = 0,05): 0% a 10% de incremento.

Dentre as principais culturas sensíveis à polinização animal, quando confrontadas com suas respectivas classificações nas faixas de incremento (Quadro 1), é possível notar que para 35% dos cultivos, o serviço ecossistêmico de polinização é essencial, 24% possui alta dependência, 10% estão na faixa de pouca dependência e os classificados com baixa dependência contabilizam 7%. É importante destacar, ainda, alta incidência de frutíferas classificadas em diferentes níveis de dependência de polinização animal.

De acordo com Penteado (2004), a polinização além de garantir a fixação dos frutos, contribui também para a qualidade comercial, constituindo assim uma das fases mais importantes na produção dessas culturas que exercem papel relevante no agronegócio brasileiro.

QUADRO 1 Classificação das Principais Culturas Sensíveis a Polinização

Cultura	Dependência por Polinização Animal
Abóbora (<i>Cucurbita</i> spp.)	Essencial
Acerola (<i>M. emarginata</i>)	
Cajá (<i>S. mombin</i>)	
Caju (<i>Anacardium occidentale</i>)	
Castanha-do-brasil (<i>B. excelsa</i>)	
Cupuaçu (<i>T. grandiflorum</i>)	
Maçã (<i>M. domestica</i>)	
Maracujá (<i>P. edulis</i>)	
Melancia (<i>C. lanatus</i>)	
Melão (<i>C. melo</i>)	
Pequi (<i>C. brasiliensis</i>)	
Pinha (<i>A. squamosa</i>)	
Tangerina (<i>Citrus reticulata</i>)	
Abacate (<i>Persea americana</i>)	Alta
Ameixa (<i>Prunus salicina</i>)	
Baunilha (<i>Vanilla</i> spp.)	
Berinjela (<i>S. melongena</i>)	
Canola (<i>Brassica napus</i>)	
Cebola (<i>A. cepa</i>)	
Erva-mate (<i>I. paraguariensis</i>)	
Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	
Goiaba (<i>P. guajava</i>)	
Guaraná (<i>P. cupana</i>)	
Jambo (<i>Syzygium malaccense</i>)	

FONTE: 1º Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimento no Brasil (2019) Adaptado pelo Autor.

QUADRO 1 Classificação das Principais Culturas Sensíveis a Polinização (continuação)

Cultura	Dependência por Polinização Animal
Palmito (<i>E. edulis</i>)	Alta
Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	
Pêssego (<i>Prunus persica</i>)	
Amora (<i>Rubus</i> sp.),	Modesta
Café (<i>C. arabica</i>)	
Soja (<i>G. max</i>)	
Laranja (<i>C. sinensis</i>)	
Pimentão (<i>C. annuum</i>)	
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Pouca
Tomate (<i>S. lycopersicum</i>)	
Uva (<i>V. labrusca</i>)	

FONTE: 1º Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimento no Brasil (2019) Adaptado pelo Autor.

3.3 O Papel da Fruticultura no Agronegócio Brasileiro

A fruticultura é um dos principais ramos de importância agrícola no agronegócio brasileiro. Podendo ocorrer nas mais diversas condições climáticas, a produção de frutas se tornou uma importante fonte geradora de emprego, de renda e de oportunidades para os produtores de todo o país. O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas mundial, ficando atrás apenas de China e da Índia, o que demonstra a importância deste setor para a economia do país (CNA, 2017).

A cadeia produtiva da fruticultura gera mais de 5 milhões de empregos em áreas onde outras atividades de produção de alimentos não seriam tão viáveis como, por exemplo, o semiárido brasileiro, gerando cerca de 16% de todos os empregos dentro do agronegócio. A fruticultura também é considerada uma das principais alternativas de produção para pequenas áreas, gerando satisfatório retorno financeiro para o pequeno produtor e contribuindo para a redução do êxodo rural, além de aumentar a oferta de frutas e o desenvolvimento econômico do país (PETINARI; TERESO; BERGAMASCO, 2008).

Segundo IBGE (2017a), a presença brasileira no mercado externo com a oferta de frutas tropicais e de clima temperado durante boa parte do ano se dá devido à extensão territorial do país, posição geográfica e às condições de clima e solo privilegiadas. Com o passar dos anos, o Brasil está competindo cada vez mais no mercado fruticultor internacional, devido ao aumento constante da população mundial na busca por alimentos mais saudáveis e frescos (ABRAFRUTAS, 2019).

Em suma, a fruticultura brasileira além de representar uma fatia importante para o agronegócio, traz inúmeros benefícios sociais através de geração de empregos e da produção de alimentos mais saudáveis para a população, fatores estes que impulsionam a economia do país.

Se tratando de frutíferas essencialmente dependentes de polinização animal, o presente trabalho abordou as culturas da Melancia, Maracujá, Tangerina e Melão. Este recorte se justifica na disponibilidade e consistência de dados de produtividade dessas culturas presentes na plataforma SIDRA/IBGE.

3.3.1 Cultura da Melancia

A melancia (*Citrullus lanatus*), hortaliça pertencente à família das cucurbitáceas, é uma planta anual e de crescimento rasteiro, com ramificações que alcançam até 5 m de comprimento (CASTELLANE e CORTEZ, 1995;). Ela é originária das regiões da África Equatorial, e possui grande importância socioeconômica, ocupando a 4ª posição no ranking da produção mundial (ANDRADE *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O cultivo e consumo da melancia estão normalmente difundidos em países de clima quente, em regiões tropicais do globo (BHERING, 2003). O Brasil está entre os cinco maiores produtores mundiais de melancia, o que demonstra a grande importância dessa cultura no contexto econômico nacional. A crescente expansão do cultivo de melancieiras gera um grande número de empregos e renda para o campo, sendo um importante segmento do agronegócio (LIMA, 2014). Apesar de não ser nativa do Brasil, a melancieira acabou se adaptando às condições climáticas do país. Por possuir variados tamanhos, formas e cores é uma cultura muito estudada em âmbito internacional. (FERRARI *et al.*, 2013).

A importância socioeconômica da melancia ocorre pelo cultivo ser realizado especialmente por pequenos produtores. Sendo assim ele acontece, muitas das

vezes, em pequenas propriedades e com baixa aplicação de recursos tecnológicos (COSTA e LEITE, 2002). O plantio da melancia pode ser considerado de fácil manejo e tem menor custo de produção se comparado a outras culturas, fatores que levam a um retorno econômico considerável para o produtor demandando assim mão de obra rural e gerando renda e empregos. (ROCHA, 2010).

Os frutos da melancieira são utilizados na alimentação humana e animal. Em algumas regiões, as sementes podem ser consumidas tostadas e também na extração de um óleo de boa qualidade. Até mesmo a casca do fruto pode ser aproveitada na fabricação de doces e na alimentação de alguns animais (patos, galinhas e porcos) no campo (MIRANDA *et al.*, 1997).

O mercado mundial trabalha com 48 variedades da melancia, classificadas de acordo com a forma, coloração externa e da polpa, peso e tolerância a doenças e a distúrbios fisiológicos. Os cultivares tradicionalmente mais frequentes no Brasil são de origem americana ou japonesa, que se adaptaram melhor às nossas condições climáticas (DIAS e SANTOS, 2019). Para assegurar uma boa produção e diminuir o número de frutos defeituosos é preciso contar com abelhas próximas ao plantio, pois estas são os principais agentes polinizadores. Em grandes áreas de cultivo recomenda-se a instalação de colmeias em locais próximos à cultura, para garantir o aumento e a qualidade da produção do fruto (FERRARI *et al.*, 2013; DIAS e SANTOS, 2019). Os consumidores da melancia são, em sua grande maioria, os Países Baixos, Reino Unido, Argentina e Espanha, e a compra é intensificada principalmente a partir do mês de setembro (DIAS e SANTOS, 2019).

Como o Brasil possui grande diversidade climática, diferentes sistemas de produção podem ser adotados no cultivo da melancia, incluindo cultivos irrigados e de sequeiro e produção familiar, (como citado anteriormente), ou com adoção de grandes tecnologias. Os fatores bióticos e ambientais que influenciam diretamente o plantio são variados, o que explica as grandes diferenças na produtividade encontradas de acordo com a região do país e com o sistema de cultivo adotado. (ARAÚJO; CORREIA; SANTOS, 2007; DIAS e SANTOS, 2019).

Os plantios de melancia foram inicialmente introduzidos nas regiões Nordeste e Sul do país, mas atualmente diversos estados possuem condições ideais que favorecem o desenvolvimento das plantas e propiciam alta produtividade de frutos com ótima qualidade (LIMA, 2014). O Brasil produz cerca de 826 mil toneladas anuais de melancia, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, com aproximadamente 166

mil toneladas, seguido pela Bahia, com uma produção de 132 mil toneladas, e Goiás que ocupa o terceiro lugar, com uma produção aproximada de 57 mil toneladas (IBGE, 2017b). O Nordeste brasileiro lidera em termos de área plantada, com 36.864 ha, seguido pelas regiões sul, norte, centro-oeste e sudeste. A produtividade média brasileira de melancia é 22 t/ha, mas a região centro-oeste apresenta a maior produtividade média (33,26 t/ha), destacando-se Goiás como o estado de maior produtividade dessa região (32 t/ha). As empresas situadas nos polos Norte e Nordeste empregam altas tecnologias, no entanto, as condições climáticas em Uruana, município de Goiás, são muito boas para a produção do fruto. Ela é considerada a "Capital Brasileira da Melancia" apresentando um rendimento médio de 50 toneladas por hectare no ano de 2015 (DIAS e SANTOS, 2019).

O cultivo da melancia, apesar de crescente no país, ainda precisa de algumas melhorias. A indisponibilidade de assistência especializada, dificuldades de armazenamento e a desorganização do comércio na distribuição são alguns dos desafios encontrados. Frente a estas questões, torna-se necessário um maior apoio técnico aos produtores para que o conhecimento acadêmico adquirido através de pesquisas chegue até os produtores e os auxilie no desenvolvimento da cultura, no armazenamento e até mesmo na diferenciação e agregação de valor ao produto.

3.3.2 Cultura do Maracujá

O maracujá é um fruto cultivado em países de clima tropical, originário do continente sul-americano, pertencente à família Passifloraceaea (MANICA, 1981; LAGES, 2015). Foram catalogadas até hoje mais de 150 espécies, no entanto, as mais cultivadas no Brasil e no mundo são: maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), maracujá-roxo (*Passiflora edulis*) e maracujá-doce (*Passiflora alata*) (PIRES; SÃO JOSÉ; CONCEIÇÃO, 2011).

Os principais países produtores mundiais do maracujazeiro são: Brasil, Colômbia, Equador e Peru (SANTOS, 2016). No Brasil, um dos países de origem do maracujá, as espécies *P. edulis* e *P. alata* correspondem a 90% da área cultivada (MANICA, 1981; MELETTI, 2011), sendo o maracujá-amarelo encontrado em 95% dos pomares comerciais seguido pelo maracujá doce que é a segunda espécie mais cultivada, e vem ganhando importância dentro do mercado de frutas in natura devido aos preços diferenciados e sua baixa acidez (MOURA, 2013). A cultura do maracujá

representa 3,5% do valor total de toda produção de frutíferas do Brasil, que é estimada em R\$ 26 bilhões (IBGE, 2015). A produção e comercialização do maracujá exerce importante papel econômico e social à agricultura familiar, possibilitando geração de renda em pequenas propriedades, além de colaborar para permanência do homem no campo (FALEIRO e JUNQUEIRA, 2016).

Além de maior produtor, com uma produção de aproximadamente um milhão de toneladas por ano (FALEIRO e JUNQUEIRA, 2016), o Brasil também é o maior consumidor da fruta, sendo esta apreciada pelos fatores nutricionais, nutracêuticos e medicinais. Seu cultivo ocorre na grande maioria dos estados brasileiros, gerando economia e renda em diversos municípios (IBGE, 2017a). Atualmente, estima-se 111 a 150 espécies no Brasil, sendo a região Centro-Norte a com maior distribuição geográfica do gênero *Passiflora* (SOUSA e MELETTI, 1997). O estado da Bahia é o maior produtor do país, com áreas colhidas de 41.175,54 ha, e produção de 160.902 toneladas (t) na safra de 2018, seguido do estado do Ceará com produção de 147.458 t e Santa Catarina com 53.961 t. O estado de Goiás é o decimo quinto produtor nacional, com produção de 7.499 t, no entanto, destaca-se como o maior produtor da região centro-oeste (IBGE, 2017a).

O cultivo do maracujá tem aumentando na região centro-oeste, principalmente nas pequenas propriedades, pelo fato de ser uma cultura de fácil manejo, lucrativa, que ocupa pequenas áreas, além de promover um rápido retorno financeiro ao produtor (FALEIRO *et al.*, 2019). Na safra de 2018, na região centro-oeste os estados que apresentaram área plantada com maracujazeiro foram: o Mato Grosso do Sul com 35 ha, distribuídas em onze municípios; Mato Grosso com 315 ha, distribuídas em trinta e oito municípios; Goiás com 384 ha, em dezenove municípios; e o Distrito federal com 120 ha (IBGE, 2017a). A produção do maracujazeiro nesta região se destina em grande parte aos CEASAS, para o consumo in natura (FALEIRO *et al.*, 2019). Embora a área de cultivo do maracujazeiro na região centro-oeste seja pouco representativa no contexto nacional, essa região pode ser considerada um polo de tecnologia para a cultura. A expansão do maracujazeiro no centro-oeste não está relacionada ao aumento de área plantada, mas sim ao fato de se produzir muito em uma área relativamente pequena (IBGE, 2017a).

O cultivo do maracujá e de outras fruteiras tem grande importância social na geração de empregos no campo, no setor de venda de insumos, nas agroindústrias e nas cidades, além de ser importante opção de geração de renda para micro,

pequenos, médios e grandes fruticultores. Além disso, o maracujá, assim como outras frutíferas, requer insumos cuja produção e comercialização contribui para o fortalecimento do ciclo da economia (FALEIRO e JUNQUEIRA, 2016). Essa cultura agrícola tem se tornado uma atividade bastante atrativa para os fruticultores devido ao alto valor agregado da produção, e ao alto e contínuo rendimento da produção quando manejada de forma correta (MELETTI, 2011). A flor do maracujá amarelo abre somente uma vez, sempre no período da tarde, e se fecha no final do dia. A polinização natural é feita, principalmente, por abelhas conhecidas como mamangavas (*Xylocopa*) (CAMILLO, 2003; FALEIRO e JUNQUEIRA, 2016).

A importância social da cultura do maracujazeiro vai além do seu valor comercial. Trata-se de uma fruta que pode ser cultivada em diferentes regiões. Do ponto de vista social, os pomares de maracujazeiro tornaram-se importantes alternativas para a agricultura familiar e para a fixação da mão de obra no campo. Por ser uma cultura semiperene, com ciclo superior a 2 anos, os empregos gerados no campo apresentam continuidade.

3.3.3 Cultura da Tangerina

A tangerineira (*Citrus reticulata Blanco*) tem sua origem no nordeste da Ásia e no sudoeste da China. É considerada exótica e tem seu cultivo datado de 1.000 anos antes de Cristo. A principal forma de utilização da fruta é in natura, fresca ou em suco (LORENZI *et al.*, 2006).

Os citros são as frutas mais produzidas no mundo todo (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010). No Brasil, é um dos agronegócios de maior importância econômica e social pois, além de gerar empregos (diretos e indiretos) e produzir alimentos para a população, as frutas cítricas encontram-se entre as mais consumidas no país. Dentre eles, o consumo per capita das tangerinas tem crescido, existindo um enorme potencial de mercado pela tendência de consumo de alimentos mais naturais e saudáveis. As principais cultivares e híbridos de tangerinas atualmente cultivadas no Brasil são a tangerina “Ponkan” (*Citrus reticulata Blanco* - 58%), o tangor “Murcott” [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck X *Citrus reticulata Blanco*] (23%), a tangerina “Cravo” (*Citrus reticulata Blanco*) (11%) e a tangerina “Montenegrina” (*Citrus deliciosa Tenore*) (8%) (PIO; MINAMI; FIGUEIREDO, 2001; AMARO e CASER, 2003; LORENZI *et al.*, 2006). Também há plantios da variedade Dekopon, fruto cítrico obtido através do

cruzamento da laranja tangor kiyomi e da tangerina Ponkan, representando um híbrido sem sementes, com elevado teor de açúcar e alto valor agregado (VASCONCELOS, 2019).

Os plantios de tangerina estão concentrados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo a região Sudeste a maior produtora, seguida pela região Sul que é a segunda maior produtora. São Paulo é o maior estado produtor, seguido do Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. A produção nacional de tangerinas ocupa uma área total de cerca de 60.850 ha, com produção total de 1.270.108 t, gerando divisas da ordem de R\$ 548 milhões (IBGE, 2017c).

De acordo com dados publicados pela FAO (2020), em 1990 o Brasil era o quarto maior produtor mundial de tangerina, tendo passado para sexto em 2016 e para quinto no ano de 2017. Em relação ao mercado interno, as regiões que possuem maior consumo são a Sul, Sudeste e Centro-Oeste. No entanto, o consumo nas regiões Norte e Nordeste cresceu muito nos últimos anos, 128% na região Norte e 105% na Região Nordeste (IBGE, 2009).

O Brasil é o maior produtor mundial de laranja e o segundo maior de tangerina (EPAMIG, 2015), constituindo o segundo grupo de frutos cítricos mais importantes na citricultura mundial (FAOSTAT, 2015). Produzindo cerca de 960 mil toneladas de tangerinas numa área de aproximadamente 50 mil hectares, o Brasil apresenta produção média de 14 t/ha, sendo os maiores estados produtores: São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2016). O Estado de Goiás também é um importante produtor de frutas cítricas, com 176.832 toneladas (IBGE, 2016), sendo responsável pela produção de citros principalmente no período entre as safras produzidas no Estado de São Paulo. Das variedades cultivadas no Brasil, a tangerina Ponkan é uma das mais cultivadas no mundo e, também, é a mais popular no Brasil, por apresentar frutos doces e grandes. Devido à pequena variabilidade do grupo de tangerinas comerciais, os produtores têm poucas alternativas e isso torna a cultura extremamente vulnerável, sendo necessária a ampliação da oferta de outras variedades (BASTIANEL et al., 2014).

As tangerinas podem ser utilizadas para inúmeras finalidades além do consumo fresco e em forma de sucos. A casca e a polpa podem ser utilizadas na preparação de produtos de confeitaria (bolos, doces). Da casca de frutos verdes também são extraídos óleos essenciais, utilizados principalmente na produção de cosméticos. É importante salientar que o cultivo de tangerinas desempenha um importante papel

econômico e social no país, empregando, tanto de forma direta quanto indireta, pessoas que trabalham desde o pomar, até aquelas que transportam as tangerinas e seus subprodutos até o consumidor final.

3.3.4 Cultura do Melão

O melão (*Cucumis melo* L.) é um fruto de popularidade crescente no Brasil e no mundo. É uma espécie da família das cucurbitáceas, cuja procedência ainda não foi totalmente elucidada. Existem teorias que apontam sua origem desde a África até o oeste da Ásia (BRANDÃO-FILHO e VASCONCELOS, 1998).

O meloeiro é uma das principais olerícolas cultivadas ao redor do mundo. Em 2017, a área cultivada foi em torno de 1,22 milhões de ha, com produção de 32,0 milhões de toneladas, gerando um rendimento médio de 19 t/ha. O maior produtor é a China (FAO, 2020), responsável por aproximadamente 53% da produção mundial e também com a maior área cultivada (490.327 ha). O Brasil ocupa a décima terceira posição no ranking mundial e recentemente passou a não só importar como também a exportar o fruto (FAO, 2020; IBRAF, 2020).

Os melões são divididos em tipos, a fim de facilitar a comercialização do fruto em todo o mundo. Cada grupo de cultivares ou de híbridos possuem características comuns, facilmente identificáveis (BRANDÃO FILHO e VASCONCELOS, 1998; FILGUEIRA, 2008; PERPIÑÁ *et al.*, 2016). Os principais tipos de melão comercializados pertencem a dois grupos: inodoros ou aromáticos e as principais variedades são do tipo Pele de Sapo, Amarelo, Cataloupe e Gália (LIMA *et al.*, 2017; ARAGÃO *et al.*, 2019).

Segundo dados da FAO os principais produtores de melão, são: China, Turquia, Irã, Egito e Índia, países responsáveis por 68% da produção mundial. Atualmente o Brasil tem se destacado dentre os países com a produção e a comercialização em ascensão, alcançando no ano de 2017 cerca de 23 mil hectares colhidos (FAO, 2019).

O melão está entre as espécies mais exportadas pelo Brasil, alcançando mais de 1,8 milhão de toneladas por ano (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018; SOUSA *et al.*, 2012). O cultivo ocorre em diversas regiões, com destaque para o semiárido do Nordeste (95% da produção nacional), onde é desenvolvido em grande parte pela agricultura familiar (IBGE, 2017). Altas temperaturas, intensa luminosidade e a baixa umidade, características da região, contribuem para o sucesso no cultivo do

meloeiro. Em 2017, o Nordeste foi responsável por 95% da produção total (IBGE, 2017), com os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Bahia, representando cerca de 95% da produção nacional (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017). Neste mesmo ano, o Brasil exportou aproximadamente 233 mil toneladas, gerando uma receita de US\$ 162,9 milhões de reais (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018). Em 2018, mais de 36% do total produzido no país foi direcionado ao mercado externo, gerando mais de 130 milhões de dólares. Os principais destinos consumidores foram Holanda (73,1 mil toneladas), Espanha (55,1 mil toneladas) e Reino Unido (48,24 mil toneladas). Ainda no primeiro trimestre de 2019, as exportações tiveram aumento de mais de 40% (23,8 mil toneladas), gerando uma alta de 11,82 milhões de dólares quando comparado ao mesmo período no ano de 2018 (MDIC, 2019).

O mercado nacional é representado, principalmente por São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília. Estes grandes centros de consumo da região centro-sul do Brasil, estão cada vez mais exigentes em relação à qualidade do produto. A compra ocorre, em sua grande maioria, por atacadistas, CEASAS, sacolões, feirantes de mercados municipais e de feiras livres, além de mercados de bairros e supermercados. As grandes redes de supermercados internacionais desempenham um papel importante na distribuição do melão, sendo cerca de 40% do volume comercializado no país, direcionado ao mercado externo. A União Europeia, principal importador do Brasil, mostra aumento na sua importação de melão em torno de 16,2% a partir dos anos 2000. A principal causa deste aumento ocorre pelo fato do melão estar se tornando um produto de consumo contínuo nesses locais. O mercado europeu absorve cerca de 90% das exportações brasileiras, exigindo cada vez mais um maior nível de qualidade, tanto nas características individuais dos frutos (consistência, forma, tamanho, cor, teor de açúcar) quanto na eficiência do serviço prestado (SALVIANO, 2017).

A partir do exposto, observa-se a grande importância econômica do cultivo desta olerícola no mercado brasileiro, uma vez que ocupa um lugar de evidência, sendo adaptável aos diferentes solos e climas, apresentando grande importância no volume de frutas exportadas pelo Brasil (TAVARES, 2002). Ademais, o melão também é cultivado por agricultores familiares que desenvolvem as suas atividades em pequenos imóveis rurais, obtendo relevante produção, visando principalmente o mercado interno. Desta forma, o cultivo de melão se torna importante não só no âmbito

econômico, como também na esfera social sendo responsável por gerar um grande número de empregos, através da demanda de mão de obra em todas as etapas do seu sistema de produção.

3.4 A Relação do Uso de Agrotóxicos com o Declínio dos Polinizadores

O crescimento da população e conseqüentemente da demanda por alimentos gerou uma elevação considerável na utilização de agrotóxicos nas últimas décadas. A produção global de inseticidas aumentou e espera-se que dobre até 2050 (TILMAN *et al.*, 2001).

No ano de 1996, quando o livro *The forgotten pollinators*, (Os polinizadores esquecidos), foi lançado por Stephen Buchmann, Gary Nabhan e Paul Mirocha, evidenciou-se um crescente declínio na população de polinizadores em lavouras, sejam eles nativos ou cultivados para tal fim. O uso indiscriminado de agrotóxicos tem sido apontado como uma das principais causas desse processo, principalmente quando se trata dos inseticidas uma vez que os mesmos são desenvolvidos para exterminar insetos considerados pragas, no entanto, outros insetos benéficos também sofrem conseqüências do uso destes produtos, entre eles as abelhas as quais constituem os agentes polinizadores mais importantes (FREITAS; PINHEIRO, 2012).

Segundo Free (1993), o tamanho da área pulverizada, num único lapso de tempo, exerce grande influência no nível de contaminação das colônias. Este aspecto sugere que, no Brasil, extensas áreas com monoculturas, como por exemplo, a soja (*Glycine Max L.*) e o algodão (*Gossypium spp.*), onde as áreas são pulverizadas, em geral, num único período, o impacto sobre as abelhas deve ser bem mais acentuado e significativo que em áreas de menor extensão, onde se predomina a utilização de mão de obra familiar no cultivo de frutas e hortaliças, com diversos horizontes de pulverização, por exemplo.

Outro fator a ser considerado é a distância entre as colônias e os campos tratados, cuja relação de exposição aos agrotóxicos é inversamente proporcional a essa distância (JOHANSEN; MAYER, 1990). Para Sattler (2019), os agrotóxicos são capazes de matar, contaminar ou prejudicar a saúde das abelhas *Apis mellifera* até 3 km de distância das lavouras onde foram aplicados. Entretanto, as abelhas podem percorrer um percurso de até 6 km em busca de néctar (ABELHA, 2021).

Segundo Frazier *et al.*, (2008) e Whitehorn *et al.*, (2012) a agricultura brasileira é baseada no alto uso de insumos, principalmente agrotóxicos para o controle de pragas e doenças. A intoxicação das abelhas por estes produtos, que antes relacionava-se apenas à exposição letal, a qual resulta na morte dos indivíduos, atualmente relaciona-se também com as possíveis consequências subletais, aquelas que não levam à morte imediata, mas podem afetar o comportamento, o desenvolvimento e o sistema imunológico, causando problemas crônicos provocados por exposição em longo prazo.

Vários estudos sobre o crescente uso de agrotóxicos e seus efeitos subletais nas abelhas, tem sido realizados. Os inseticidas do grupo dos neonicotinóides são os principais mencionados (Goulson, 2015).

Caracterizados como agrotóxicos sintéticos, os neonicotinóides são utilizados comercialmente. O grupo químico possui sete produtos: acetamipride, clotianidina, dinotefuran, imidaclopride, nitenpiram, tiaclopride e tiametoxam (JESCHKE *et al.*, 2011). Para Bonmatin (2009) e Goulson (2013) seus índices de contaminação são extremos e suas toxicidades são até 10.000 vezes mais letais que o DDT, inseticida que segundo Smith (1999), foi proibido no Brasil e em vários países devido seus efeitos colaterais crônicos, e resíduos em humanos, inclusive no leite materno.

Os neonicotinóides podem penetrar e permanecer na planta através do xilema (estrutura que transporta os nutrientes da raiz para as folhas) e do floema (estrutura que transporta os nutrientes das folhas para a raiz). Quando aplicados se espalham por todo o organismo vegetal, contaminando todos os animais que as visitam, sejam eles pragas, polinizadores, coletores de pólen, néctar, resina, seiva, raízes, folhas, flores, frutos ou sementes (CASTILHOS, 2018).

O inseticida neonicotinoide imidacloprid talvez seja o mais utilizado no mundo para o controle de pragas, no Brasil é registrado em várias formulações para um grande número de culturas (PINHEIRO & FREITAS, 2010; BRASIL, 2011). Um estudo realizado por Bortolotti *et al.*, (2003) verificou que doses subletais do inseticida alteram o comportamento de campeiras da espécie de abelhas *Apis mellifera*, afetando o forrageamento e dificultando o retorno à colônia. Kirchner (1998), citado por Schmuck (1999), observou prejuízos na precisão da direção além de um expressivo efeito na distância comunicada da fonte de alimento pelas abelhas forrageadoras para as da colônia. Segundo o autor o efeito do imidacloprid parece ser sobre a transmissão de sinal efetuado pelos neurônios motores.

O Fipronil é um nicotinóide consumido amplamente no Brasil e no mundo (BRASIL, 2011). El Hassani *et al.* (2005) demonstra que este inseticida interfere na atividade forrageira da abelha afetando a percepção gustativa, olfatória e a atividade motora. Segundo estudo realizado na Europa por Collin *et al.*, (2004), o fipronil pode provocar mortalidade de 10 a 65% das abelhas campeiras depois de 10 dias de sua aplicação, dependendo da cultura em que foi utilizado.

Alguns estudos apresentam a relação de inseticidas de outros grupos químicos com efeitos subletais em algumas espécies de abelhas. Por exemplo os inseticidas organofosforados e carbamatos que de acordo com Freitas e Pinheiro (2012), também prejudicam a habilidade das abelhas de comunicarem entre si a fonte de alimento por meio da “dança do oito”, impedindo a orientação do ângulo da dança, o Diazinon afeta também a longevidade e a divisão de trabalho em abelhas da espécie *Apis mellifera*. (MACKENZIE & WINSTON 1989). Freitas e Pinheiro (2012) apontam inseticidas piretróides como causadores da perda de orientação das abelhas melíferas prejudicando o retorno para as colmeias.

No que diz respeito a herbicidas e fungicidas e seus respectivos riscos as abelhas, segundo Freitas e Pinheiro (2012), devido ao específico mecanismo de ação voltado para o controle de plantas e fungos, os mesmos não oferecem grandes riscos. Entretanto, ressaltam que efeitos tóxicos letais e subletais podem acontecer em função de determinada característica do ingrediente ativo. Um estudo realizado por Monquero e Oliveira (2018), apontou que herbicidas como o glyphosate, 2,4-D, MSMA e paraquat apresentam toxicidade para insetos benéficos podendo, a depender da dose, provocar a morte ou alterações comportamentais nos indivíduos, acarretando em sérios prejuízos à manutenção das colônias tornando necessário o monitoramento durante a utilização.

3.4.1 Cultivo de Soja e Algodão no Centro-Oeste Brasileiro e sua Relação com o consumo de Agrotóxicos.

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo, com produção de diversos tipos de culturas tais como milho, feijão, arroz, café, trigo, algodão e soja, sendo esta última considerada uma das culturas mais importantes para o agronegócio brasileiro.

De acordo com dados provenientes do Sistema *IBGE* de Recuperação Automática – *SIDRA*, o Brasil é o maior produtor de soja do mundo, em 2019 chegou

a produzir mais de 114 milhões de toneladas. Os principais estados produtores de soja no país, segundo o senso agropecuário de 2017, são respectivamente: Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul. Juntos os estados somam 78,14% de toda a produção nacional.

Assim como a soja, o algodão também é um produto de extrema importância socioeconômica para o Brasil. Além de ser a mais importante fonte natural de fibras, garante ao país lugar privilegiado no cenário internacional. Segundo a ABRAPA (Associação Brasileira dos Produtores de Algodão), nos últimos anos, o Brasil tem se mantido entre os cinco maiores produtores mundiais de algodão, ao lado de países como China, Índia, EUA e Paquistão, ocupando o primeiro lugar em produtividade em sequeiro, tornando o país um dos maiores exportadores mundiais.

De maneira geral, a região Centro-Oeste do Brasil detém produtividade expressiva para o agronegócio brasileiro, contribuindo significativamente sobre o total de grãos produzidos no país, liderando a produção agrícola nacional. O estado do Mato Grosso possui destaque uma vez que é o maior produtor das três principais *commodities* agrícolas brasileiras: soja, milho e algodão, produzindo respectivamente 54,3 milhões de toneladas, 52,8 milhões de toneladas e 5,0 milhões de toneladas (CNA, 2019). Segundo a Conab (2021), a região Centro-Oeste concentra 70,58% da produção de algodão e 45,75% da produção de soja no Brasil.

Se por um lado o crescimento do agronegócio brasileiro é muito animador em uma perspectiva econômica, por outro lado, a intensificação da produção de culturas como soja e algodão é acompanhada por crescentes preocupações com os impactos ambientais provocados pelo setor, principalmente quanto ao consumo de água, desmatamento e queimadas de vegetação nativa para expansão agrícola e aplicação de fertilizantes agrotóxicos (ASSAD et al., 2012). Segundo o Sindiveg (2020), 81% dos defensivos utilizados no Brasil são destinados basicamente para quatro culturas soja, milho, cana-de-açúcar e algodão, culturas estas produzidas na região centro-oeste.

De acordo com Pignati et al., (2017) a soja representa 42% de toda área plantada do país perfazendo 32,2 milhões de hectares, sendo a cultura que mais utiliza agrotóxicos no Brasil, concebendo 63% do total de agrotóxicos utilizados em produtos formulados totalizando 570,06 milhões de litros.

A cotonicultura (cultura do algodão), possui alta susceptibilidade a pragas e doenças, tornando o uso de agrotóxicos bastante intensificado, a cultura ocupa a

quarta colocação do ranking das que mais consomem agrotóxicos, sendo responsável por aproximadamente 10% do volume total de pesticidas utilizado no país (BOMBARDI, 2017), com uma aplicação média de 28 litros por hectare, correspondendo a cerca de 42% do custo de produção da fibra. (ABRASCO, 2015).

Devido ao alto potencial de impactar o meio ambiente e a saúde humana, o uso de pesticidas é motivo de grande preocupação. De acordo com o Dociê Abrasco (2015), o uso desses produtos pode ocasionar aos seres humanos intoxicação, aborto espontâneo e câncer, além de poder contaminar águas superficiais e subterrâneas e causar a mortalidade de abelhas, (ABRASCO, 2015).

Neste contexto, a sojicultura e a cotonicultura brasileira possuem participação expressiva no consumo de agrotóxicos com destaque para o glifosato, que corresponde a mais da metade do volume de agrotóxicos comercializados no país, produto este que ocupa o primeiro lugar entre os princípios ativos mais vendidos no Brasil e no mundo (TOOGE, 2019). Apenas o estado do Mato Grosso consumiu cerca de 38 mil toneladas de glifosato em 2014 (BOMBARDI, 2017).

Apesar do grande destaque ao glifosato, é importante ressaltar que as culturas de soja e algodão também possuem participação destacada no consumo de outros agrotóxicos também amplamente comercializados no Brasil (TOOGE, 2019), em especial, os inseticidas Imidacloprid e o Fipronil que segundo Carrillo et al., (2013) são considerados altamente tóxicos para abelhas, sendo prejudiciais para forrageamento das abelhas *Apis mellifera* africanizadas, as quais são importantes polinizadoras, o que gera preocupação tanto do ponto de vista econômico, quanto socioambiental.

O uso continuado destes produtos e de forma cumulativa devem ser considerados visto que alguns compostos amplamente utilizados podem permanecer presentes em organismos, água e solo por muitos anos.

3.5 Estratégias que Auxiliam o Processo de Polinização, quando há ausência de Polinizadores Naturais.

3.5.1 Polinização manual, artificial ou controlada

Há alguns anos, a técnica de polinização artificial em plantas passou a ser uma ferramenta fundamental para os programas de melhoramento genético, pois permite selecionar características específicas para determinar cruzamentos controlados,

otimizando os ganhos e disponibilizando genótipos superiores para testes de progênies e, posteriormente, para os plantios comerciais (MORAES; MORI, 2011). A técnica consiste na transferência manual do pólen da antera (estrutura masculina) de uma flor para o estigma (estrutura feminina) da mesma ou de outra flor entre indivíduos da mesma espécie.

Os pomares de cruzamentos controlados passaram a ser base das técnicas atuais de melhoramento, trazendo diversos benefícios em relação ao tamanho e qualidade dos frutos, estabilização da produção e variabilidade genética das culturas, fatores que contribuem para resistência a doenças e a mudanças ambientais (ASSIS, 1996; CLASSEN et al., 2014). No entanto, para que o uso desta ferramenta seja efetivo, é necessário conhecimento das características florais da espécie como, por exemplo, a fenologia da floração, o sistema de cruzamento, a compatibilidade entre progenitores e viabilidade/condições de armazenamento do pólen (BRITO, 2013).

O sucesso da polinização controlada está diretamente relacionado à escolha dos parentais, que devem apresentar características desejáveis e específicas para cada caso. As principais etapas de implantação e manejo dos pomares de cruzamento controlado são: escolha dos progenitores; propagação das matrizes; estágios de indução floral; manejo do pólen (coleta, beneficiamento e armazenamento); e por fim a polinização propriamente dita (BRITO 2013; NASCIMENTO, 2015).

A técnica de polinização manual ou controlada é considerada relativamente simples e pode ser aplicada até mesmo por pequenos agricultores, uma vez que o pólen de seis exemplares, seria capaz de polinizar aproximadamente 40 flores, otimizando a produção de forma significativa. Além do mais, esta técnica contribui para avanços dos programas de melhoramento genético de diversas espécies, seja pela realização de cruzamentos intraespecíficos, ou pelos ciclos de seleção recorrente para aumento da variabilidade genética (NASCIMENTO, 2015)

3.5.2 Integração agricultura-apicultura

A apicultura e a meliponicultura são atividades de valor social, econômico e ambiental, que podem ser desenvolvidas em diversos locais, contribuindo para a conservação do ecossistema regional, uma vez que podem ser implantadas em áreas de reservas legais e de matas ciliares (VAN TOL FILHO, 1963). Segundo Pereira,

Vincenzi e Lovato (2003), a cadeia produtiva da apicultura propicia a geração de inúmeros postos de trabalho, empregos e fluxo de renda, principalmente no ambiente da agricultura familiar, sendo determinante para a melhoria da qualidade de vida e a fixação do homem no meio rural.

Grande parte da economia agrícola mundial, depende da polinização, sem a qual não haveria a produção de frutos e sementes (VAN TOL FILHO, 1963). A polinização realizada de forma conduzida leva ao aumento da produção, melhora a qualidade dos frutos, encurta o ciclo de certas culturas agrícolas e ainda uniformiza o amadurecimento dos frutos, diminuindo perdas na colheita (WILLIAMS et al. 1991).

As plantas e as abelhas vêm evoluindo e adaptando-se mutuamente ao longo dos séculos, o que levou a uma relação em que as abelhas dependem das flores como a sua principal fonte de alimentos (néctar e pólen) e muitas espécies vegetais dependem das abelhas como agentes polinizadores (GIORGINI & GUSMAN, 1972). Desta forma, é evidente a importância das abelhas na polinização de plantas cultivadas, face à grande necessidade de alimentos de melhor qualidade nos dias atuais.

As tecnologias agroflorestais são utilizadas a fim de conservar recursos naturais e manter a integridade das bacias hidrográficas, fatores essenciais para a estabilidade climática. A inserção das abelhas nos sistemas agrícolas florestais, além de propiciar uma alternativa de renda ao agricultor a partir da comercialização de seus produtos (mel, pólen, própolis, geleia real, cera e matrizes de colônias), pode contribuir para o aumento da qualidade de vida dos agricultores e suas famílias uma vez que os mesmos produtos podem ser utilizados para consumo próprio (ARCO-VERDE & GARCIA, 2015).

Além do impacto positivo na geração de renda e na melhoria da saúde e nutrição das famílias, a integração da apicultura com sistemas agrícolas pode contribuir para o aumento da produtividade dos cultivos que se beneficiam ou dependem da polinização realizada pelas abelhas para a produção de frutos e sementes. Entretanto, para que essa integração seja efetiva, inúmeros pontos devem ser considerados durante o planejamento do sistema. A disponibilidade de recursos para as abelhas, é fundamental tanto para a atratividade e manutenção das populações naturais, como também para a viabilidade da criação racional em determinada área. É necessário o enriquecimento com espécies vegetais atrativas

para as abelhas, aumentando a biodiversidade local e as interações ecológicas no sistema (GARIBALDI et al., 2013; GIANNINI et al., 2015).

Ao considerar a dinâmica das florestas naturais, com as interações ecológicas entre as diversas espécies, os sistemas integrados agricultura– apicultura objetivam promover uma alternativa sustentável para produção de alimentos e de autonomia para os agricultores e suas famílias. O aumento na diversidade polinizadores pode contribuir para uma maior eficiência da polinização em diferentes culturas (GARIBALDI et al. 2011).

A integração das atividades da agricultura e apicultura/meliponicultura é muito benéfica para manutenção dos sistemas agrícolas. No entanto, a proximidade das abelhas com culturas agrícolas as torna expostas aos diferentes produtos empregados na proteção dos cultivos, o que causa elevado risco para a vida destes insetos. Assim, dada a integração, medidas de mitigação de riscos de pesticidas para tais polinizadores são necessárias (SOUZA et. al., 2018).

Os Sistemas Agroflorestais Integrados têm sido apresentados aos pequenos agricultores como alternativa aos sistemas tradicionais de cultivo. Associando a apicultura voltada para a produção de mel com a agricultura voltada para a polinização de cultivos agrícola, os cultivos se beneficiam do trabalho das abelhas, resultando no aumento da quantidade e qualidade de frutos e sementes, e ao mesmo tempo, servem de pasto apícola nos períodos em que florescem. Diante dos objetivos de desenvolvimento sustentável, esses sistemas se mostram cada vez mais vantajosos quando comparados às técnicas convencionais de produção adotadas atualmente (VIVAN & FLORIANI 2006).

3.5.3 Práticas para o favorecimento de polinizadores em áreas agrícolas

Os polinizadores de cultivos agrícolas dependem de diversos requisitos para sua manutenção, que vão desde recursos alimentares até a locais para abrigo e construção de ninhos. Essas condições essenciais para a sobrevivência dos polinizadores não se encontram apenas nos cultivos que eles visitam, mas principalmente, na paisagem natural do entorno (VIANA et al. 2012). Mudanças no clima e na composição vegetal, ocasionados por operações agrícolas, afetam negativamente as comunidades de polinizadores. Neste cenário é de extrema importância preservá-los ao máximo para que eles possam exercer de forma

satisfatória o papel de polinização (GAZZONI, 2015).

Algumas práticas agrícolas podem favorecer as comunidades de insetos polinizadores, como por exemplo: o plantio direto ou plantas de cobertura de solo e manutenção da vegetação nativa, que fornecem locais de nidificação e sobrevivência para abelhas; o cultivo de uma diversidade de plantas que permitam a contínua oferta de alimentos e condições de habitat para os insetos; o cumprimento de boas práticas agrícolas quanto a utilização de agrotóxicos capazes de retirar recursos florais afetando os polinizadores e limitação das extensões contínuas de monoculturas, sem que estejam entremeadas por habitats adequados aos diferentes polinizadores (WOLOWSKI et al., 2019).

São consideradas “práticas amigáveis aos polinizadores” o conjunto de ações que favoreçam a atração e permanência de polinizadores em áreas agrícolas, contribuindo para a produtividade da cultura e a conservação da biodiversidade regional. A maior parte dessas ações são simples e não envolvem altos investimentos para o agricultor, em contrapartida são extremamente benéficas para a manutenção de condições essenciais para a sobrevivência das culturas e seus polinizadores (FERREIRA, 2015).

3.5.3.1 Manutenção e Recuperação da Vegetação Nativa

A manutenção da vegetação nativa é o principal ponto para preservação das comunidades de insetos polinizadores. A redução/eliminação do uso de agrotóxicos é um importante passo a ser adotado para conservação das espécies locais uma vez que estes possuem um alto impacto negativo nos ecossistemas naturais. Outro ponto importante, seria a avaliação de quais outras práticas agrícolas poderiam interferir na diversidade, como por exemplo o plantio de monocultivos em grande escala. A avaliação das práticas agrícolas somada à presença de espécies nativas polinizadoras, contribuem efetivamente para manutenção da biodiversidade local (GLIESSMAN, 2000).

O reestabelecimento da diversidade na paisagem agrícola é determinante para disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas silvestres e outros polinizadores. A recomposição da vegetação nativa, por aumento da cobertura florestal ou por recuperação de áreas degradadas, é essencial para aumentar o habitat de diversas espécies, pois favorece a conexão de áreas de vegetação que

estavam isoladas. Essas medidas são eficientes para conservar todos os tipos de polinizadores, e não somente algumas espécies de insetos (GLIESSMAN, 2000; ALTIERI et al., 2003).

Nas áreas rurais, as plantas com flores que sustentam os polinizadores podem ser encontradas em diferentes ambientes, como corredores de vegetação nativa, áreas de entorno dos cursos de água, jardins, hortas, beira de estradas, ou até mesmo áreas não utilizadas ao redor dos campos e no entorno de construções rurais. Esses locais proporcionam condições ideais para a construção de ninhos, garantindo a continuidade dos serviços de polinização. As áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente situadas nas propriedades rurais devem cumprir este papel de manutenção ambiental. Essas áreas, além de conter plantas para coleta de recursos alimentares pelos insetos benéficos, ainda podem ser utilizados para habitat e nidificação das abelhas e outros insetos polinizadores (VIANA et al. 2012).

3.5.3.2 Conservação de Locais para a Nidificação

As abelhas constroem seus ninhos em diversos locais, sendo necessário conservar as áreas onde eles existem e fornecer substratos para que novos ninhos sejam estabelecidos. Muitas espécies de abelhas nidificam em pequenos orifícios pré-existentes ou ocos nos troncos e ramos das árvores e até mesmo em restos de madeira em decomposição (SANTOS, 2010).

Áreas de vegetação periférica, como bordas de campo, cercas vivas, margens de estradas e de linhas de transmissão elétrica e matas ciliares também fornecem locais para formação de ninhos e ainda podem propiciar um corredor por onde os polinizadores e outros insetos, benéficos para o cultivo, podem migrar através da paisagem agrícola. A manutenção das matas ciliares, além de favorável aos polinizadores, evita a erosão e o conseqüente assoreamento dos recursos hídricos, conservando a qualidade e o volume de água (CUNHA et al., 2014).

3.5.3.3 Fornecimento de Fontes Alimentares Alternativas para os Polinizadores

Em geral, os polinizadores se alimentam do pólen e do néctar encontrados nas flores. Assim, além de fornecer locais para a construção de ninhos, as plantas são a principal fonte de alimento para estes insetos. A presença de plantas onde as abelhas possam coletar recursos próximos às áreas de cultivos é fundamental, principalmente

quando consideramos plantios abertos e a grande diversidade de espécies associada às plantações locais (CUNHA et al., 2014).

A composição do pólen pode variar de acordo com a espécie vegetal, condições ambientais, idade e estado nutricional da planta, região e diferentes estações do ano (SZCZESNA et al., 2002). A qualidade da dieta de pólen influencia diretamente a fisiologia, saúde e sobrevivência da abelha e pode causar efeitos negativos no comportamento de forrageamento e capacidade de alimentação da cria por abelhas nutridoras (FRIAS et al., 2015). Desta forma, é essencial o conhecimento da composição vegetal local, como estratégia de fontes alimentares alternativas para colônias de polinizadores em épocas escassez de alimento.

No intuito de preservar e favorecer o aumento das populações de polinizadores se torna necessário prover habitats conservados, com ambientes diversificados e diferentes recursos alimentares nos arredores dos cultivos, adotando práticas que favorecem a permanência dos polinizadores em áreas agrícolas, ou no seu entorno, o que é fundamental para manter o sucesso reprodutivo das plantas cultivadas (MAUÉS, 2014). Entretanto, a não conservação desses habitats pode levar à perda completa de grupos de polinizadores ou de sistemas de polinização (VIANA et al., 2012).

Assim, a diversificação da vegetação, além de promover a sobrevivência dos polinizadores, também auxilia na regulação das pragas através da restauração do controle natural e conservação do solo (ALTIERI et al., 2003).

3.5.3.4 Cultivo Consorciado

Algumas espécies polinizadoras obtêm das flores das áreas cultivadas somente parte dos recursos que necessitam para sobreviver. Sendo assim, esses polinizadores frequentam os cultivos em uma frequência menor do que o necessário para uma polinização efetiva, pois precisam buscar recursos além da área dos cultivos agrícolas. O consórcio com outras culturas de interesse econômico constitui uma boa estratégia para diversificar os recursos ofertados e manter uma gama maior de polinizadores nas áreas de cultivo também nos meses entressafra. Além disso, sistemas agroflorestais estão entre as melhores práticas para se unir econômica e ambientalmente o consórcio de culturas com restauração florestal (GARIBALDI et al. 2011). Em estudo, Moreira e colaboradores (2015) demonstraram que a redução na

qualidade do habitat e na heterogeneidade da paisagem pode reduzir a robustez e a resiliência das interações existentes entre plantas e polinizadores (ALTIERI et al., 2003).

A conformação de Sistemas Agroflorestais multiestratificados é muito utilizada na agricultura familiar para obtenção de recursos de subsistência e de produção excedente para comercialização (VIEIRA et al., 2007). De acordo com Vivan e Floriani (2004) esses sistemas de produção são mais sustentáveis em contraste com as técnicas convencionais de produção. Práticas agrícolas com monocultivos, aplicação intensiva de agrotóxicos, uso de maquinário pesado, desmatamento e fragmentação de áreas verdes são comuns, gerando perda, simplificação e contaminação do habitat de insetos polinizadores, entre eles as abelhas. Essa alteração do habitat propicia perda de diversidade e um déficit na polinização e na produção, já que cerca de 800 espécies vegetais comumente cultivadas são dependentes de polinização animal, representando 35% das culturas em escala global (ALTIERI; NICHOLLS, 2012).

Segundo Arco-Verde e Garcia (2015), atividades produtivas que possam ser integradas e estejam alinhadas com as premissas de uma produção agrícola, que considera as dinâmicas e interações ecológicas dos sistemas naturais e a manutenção da biodiversidade, devem ser favorecidas e estimuladas. Nesse sentido é que se insere o consórcio entre a criação racional de abelhas, sem ferrão (meliponicultura) ou de abelhas com ferrão, no caso as abelhas africanizadas (apicultura) e Sistemas Agroflorestais.

A inclusão de espécies vegetais que tenham a capacidade de fornecer recursos alimentares para as abelhas é muito importante, pois o aumento na diversidade local de abelhas está diretamente relacionado à maior estabilidade do serviço de polinização em diferentes culturas dentro e fora do sistema, aspecto relevante para a estabilidade da produção e maior produtividade das culturas (GARIBALDI et al. 2011).

3.5.3.5 Ambiente Livre de Agrotóxicos

A utilização de agrotóxicos em cultivos agrícolas tem sido considerada uma das causas do declínio das populações e da extinção de abelhas ao redor do mundo. Os inseticidas matam e prejudicam os insetos polinizadores, enquanto que os herbicidas causam danos às plantas que oferecem alimento e locais de nidificação ou oviposição (POTTS et al., 2010).

Um estudo realizado por Atkins e colaboradores (1981) apresentaram as doses letais (DL50) para *Apis mellifera* de vários defensivos agrícolas, muitos dos quais de uso autorizado no Brasil, e trabalhos de Johansen & Mayer (1990) e Rield *et al.* (2006) mostram o impacto dos defensivos agrícolas sobre os principais agentes polinizadores.

Na literatura também são descritos diversos grupos de inseticidas responsáveis por danos na ocorrência e distribuição de polinizadores, como por exemplo o acefato, azocyclotin, bacillus, carbaril, carbofuran, clorpirifós, forato (Phorate), pirimicarb, profenofós, propargite, enxofre, tetradifon, dentre outros (PINHEIRO; FREITAS, 2010). Inseticidas piretroides podem ocasionar a perda da capacidade de orientação dos insetos, gerando graves distúrbios de comportamento que afetam a capacidade de forrageamento e localização espacial (COX E WILSON, 1984). Outro caso é o do Fipronil, inseticida da classe dos fenilpirazólico que afeta insetos não alvos, causando sua morte. Em doses subletais, o Fipronil pode afetar a percepção gustativa, o aprendizado olfatório e a atividade motora das abelhas, que são funções essenciais no forrageamento desses insetos (HASSANI *et al.*, 2005).

Para diminuir a contaminação dos polinizadores devem-se evitar pulverizações com inseticidas considerados de alto risco, especialmente em culturas em pleno florescimento, visto que essa é a fase mais atrativa e as abelhas estão em intensa atividade de coleta. No caso de extrema necessidade, as aplicações devem ser realizadas em um horário do dia no qual os polinizadores já cessaram suas visitas às flores, o que dependerá da cultura, das condições climáticas, da estação do ano e da região geográfica. A melhor forma de proteger os polinizadores da exposição por pesticidas é a comunicação entre agricultores e demais profissionais da agricultura, o que permitirá que sejam tomadas as decisões apropriadas para proteger as abelhas das lavouras (Pinheiro, 2012).

3.5.3.6 Estratégias Coletivas e Políticas Públicas

No Brasil, diferentemente de outros países onde a polinização é considerada um fator de produção agrícola e de manutenção dos ecossistemas naturais, poucos são os cursos acadêmicos na área agrícola nos quais esse assunto é abordado profundamente. A ênfase destes cursos quase sempre é dada a novas variedades de agrotóxicos, técnicas de cultivos, controle de pragas e no equilíbrio ecológico de forma

isolada, como se nada disso interferisse diretamente nos processos de polinização (IMPERATRIZ FONSECA, 2004). Se o equilíbrio ecológico depende da capacidade das plantas se perpetuarem, e o objetivo final do cultivo agrícola está relacionado à produção de frutos e sementes, não é possível dissociar os vários aspectos dos processos agroecológicos dos serviços de polinização.

Desta forma, se tornam necessárias medidas de sustentabilidade, visando a diminuição da frequência do uso de agrotóxicos a fim de que sejam preservadas a saúde humana e dos polinizadores (FREITAS & PINHEIRO, 2010). Métodos de cultivo orgânico devem ser incentivados, assim como o cultivo protegido em casas de vegetação, onde o uso de agrotóxicos pode ser diminuído.

O déficit de polinização pode ser contornado através do manejo das propriedades garantindo a manutenção de populações de polinizadores funcionalmente ativos nos entornos e nas áreas de cultivo. Isso pode ser conseguido mediante a conservação do solo, da oferta de substratos de nidificação para as abelhas nativas, da introdução de ninhos de abelhas-sem-ferrão e da oferta de plantas, fonte de alimento e proteção para as abelhas, nos arredores das áreas de plantio. Essas medidas de manejo do habitat favorecem inúmeras espécies de polinizadores (GLIESSMAN, 2000).

4 METODOLOGIA

O objetivo do estudo é analisar o efeito da presença locacional, em nível municipal, de agrotóxicos nocivos à polinizadores na produtividade de culturas sensíveis a polinização. Para isso, adotou-se uma abordagem quantitativa, com emprego de ferramentas estatísticas, em especial a análise de regressão através da elaboração de um modelo empírico, com intuito de identificar se municípios que não têm plantio de soja e/ou algodão, (monocultivos geralmente com grande extensão e elevada pulverização num único período de tempo), possuem produtividades de culturas polinizadas mais elevadas do que em municípios que possuem plantio de soja e/ou algodão. Foi realizada a análise estatística dos dados obtidos a fim de verificar a relação entre as variáveis analisadas.

4.1 Base de Dados

Os dados referentes à produtividade utilizados na análise são caracterizados como secundários, extraídos do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Considerando que a produtividade das culturas é afetada por um conjunto de variáveis, e que esse conjunto pode ser agrupado em variáveis exógenas ao sistema de produção, as quais o produtor tem pouco ou nenhum controle, e variáveis endógenas ao sistema de produção, as quais o produtor tem controle, por meio de diferentes técnicas de gestão do empreendimento, foi estimada uma regressão multivariada, com o objetivo de analisar o efeito da proximidade das culturas de soja e algodão na polinização (e portanto em suas produtividades) das culturas essencialmente dependentes da polinização animal. Para construção do modelo foram utilizadas as seguintes variáveis: produtividade das culturas sensíveis à polinização; índice de concentração de soja e algodão (ISA); Índice de Vegetação Nativa (IVN) e índices meteorológicos, referentes a precipitação e temperatura do ar, respectivamente representados pelas siglas IP e IT.

Para fins de simplificação do modelo, essas variáveis foram agrupadas em fatores, os quais serão considerados proxys representativas das mesmas. As variáveis meteorológicas, proximidade das culturas de soja e algodão foram representadas pelas condições geográficas particulares de cada município analisado, os quais expressam, também, diferentes concentrações das culturas de soja/algodão, Vegetação Nativa, bem como as produtividades das culturas sensíveis à polinização; as variáveis de manejo (tecnologia empregada) foram representadas pela evolução

temporal da produtividade das culturas analisadas. Para controlar o efeito de cada um desses conjuntos de variáveis, foram adotadas variáveis *Dummy*, para municípios e culturas, as quais serão dispostas nas colunas, com os dados em painel, com a variável evolução da produtividade ao longo do tempo nas linhas.

Os dados referentes à produtividade, áreas territoriais dos municípios e estados, área ocupada por soja e algodão, área agrícola (todas as culturas), área ocupada por Vegetação Nativa e clima (precipitação e temperatura), bem como a unidade em que estão dispostas e suas respectivas fontes de pesquisa, estão apresentados no Quadro 2.

QUADRO 2 - Bases de Dados Utilizadas na Pesquisa

Parâmetro	Unidade de Medida	Base de Dados
Produtividade das Culturas Sensíveis a Polinização Animal.	Quilos por hectares (Kg/ha)	SIDRA/IBGE
Área Colhida de Soja/Algodão	Hectares (ha)	SIDRA/IBGE
Área Territorial (municipal e estadual).	Hectares (ha)*	IBGE Cidades
Área Ocupada por Vegetação Nativa.	Hectares (ha)	Mapbiomas Brasil
Precipitação Anual.	Milímetros (mm)	Willmott, C. J. & K. Matsuura, (2018).
Temperatura do Ar Mensal.	Graus Celsius	Willmott, C. J. & K. Matsuura, (2018).

* Os dados referentes à Área Territorial foram convertidos de Km² para ha.

FONTE: Elaborado pelo Autor.

O período de estudo compreende ao espaço temporal de 2000 a 2017, esse recorte temporal, a partir dos anos 2000, se deve a disponibilidade de dados referentes a vegetação nativa, a qual se inicia neste ano. O Final do período analisado se justifica pela disponibilidade dos dados meteorológicos fundamentais na composição do modelo.

As produtividades das culturas, utilizadas como variáveis dependentes, são daquelas culturas classificadas como essencialmente dependentes da polinização animal, compondo a faixa de incremento de 90% a 100% de dependência da produção com a ação de polinizadores. Esta característica reduz a possibilidade de interferência de outros fatores no comportamento da produtividade dessas culturas, acentuando o efeito que se deseja expressar, ou seja, o da polinização. O universo de análise ainda foi filtrado pela disponibilidade de dados de produtividade nos municípios do centro-oeste brasileiro, seguindo este critério, foram selecionadas as culturas da Melancia, Melão, Maracujá e Tangerina para compor o modelo empírico.

4.2 Análise de Estatísticas Descritiva

Com a finalidade de se conhecer a relação entre as variáveis independentes, e a variável dependente, caracterizada como as culturas essencialmente dependentes de polinização animal, foram efetuadas análises estatísticas, utilizando o Software Excel ®.

Foi realizada uma análise descritiva das variáveis independentes “ISA” e “IVN”. Para ilustrar a análise construiu-se gráficos de Bloxpot. Segundo Valladares Neto *et al.*, (2017) o Bloxpot é comumente utilizado como um recurso visual para sumarizar a análise exploratória de dados, exibindo a mediana, os quartis e os valores mínimos e máximos, apresentando a tendência central, a simetria e a dispersão dos dados agrupados.

4.3 Modelo Empírico

Como mencionado, para estimar o efeito das variáveis explicativas sobre a variável dependente (produtividade das culturas polinizadas) foi utilizada a análise regressão de dados em painel. Segundo Gujarati e Porter (2011) a análise de regressão diz respeito ao estudo da dependência de uma variável, a variável dependente, em relação a uma ou mais variáveis, as variáveis explicativas, visando estimar e/ou prever o valor médio.

A estrutura dos dados do presente estudo combina municípios da região Centro-oeste do Brasil e o tempo analisado. Com isso, a estrutura caracteriza-se como de Dados em Painel, sendo uma seção cruzada entre número de indivíduos

(municípios) e o tempo. Portanto, o painel é aquele que utiliza dados de várias unidades em um mesmo período de tempo (WOOLDRIDGE, 2001). O modelo inicial para Dados em Painel pode ser dado pela seguinte equação:

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta X_{i,t} + \mu_i + v_{i,t} \quad (2)$$

Em que i , representa a i -ésima unidade de corte transversal, ou casos, e o t , o t -ésimo período de tempo, βX representa as covariáveis, μ_i o erro não observado e, o $v_{i,t}$ o erro idiossincrático individual (AMARAL; INÁCIO, 2010).

Neste estudo a estrutura dos dados é caracterizada como Dados em Painel Grande, em razão do tamanho de indivíduos (municípios) e o período de tempo analisado, possuem dimensão razoável, onde tem-se 100 municípios do centro-oeste brasileiro, os quais produzem pelo menos uma das culturas dependentes selecionadas, em um período de tempo de 18 anos (2000-2017).

Segundo Gujarati e Porter (2011) o melhor estimador para Dados em Painel é de Mínimos Quadrados Generalizados (GLS) - *Generalized Least Squares*, o qual é utilizado quando há determinada correlação entre os resíduos ou quando a variação dos erros são heterocedásticos. Da mesma forma, a escolha desse estimador deve-se ao fato do estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) - *Ordinary Least Squares* não ser o mais apropriado e robusto, pois a estrutura de Dados em Painel viola uma dos pressupostos do modelo clássico de regressão linear de Homocedasticidade dos resíduos, isto é, de variância constante dos resíduos, portanto, o OLS não é o melhor estimador (GUJARATI; PORTER, 2011).

Considerando as informações anteriores, para atingir ao objetivo proposto no trabalho, adotou-se o seguinte modelo empírico:

$$Y_{it} = \sum_{i=1}^n \bar{Y}_i Dm + \sum_{i=1}^n \alpha_i Dm * T + \beta_1 * IRF_{it} \quad (3)$$

$$+ \beta_2 * ISA_{it} + \beta_3 * IP_{it} + \beta_4 * IT_{it} + \beta_5 * TEND_{it} + \beta_6 (IRF_{it} * IRF_{it}) + \beta_7 * (IRF_{it} * TEND * IRF_{it}) + \beta_8 * (ISA_{it} * ISA_{it}) + \beta_9 * (ISA_{it} * TEND) + \beta_7 * (ISA_{it} * TEND * ISA_{it}) + \varepsilon$$

Em que a variável dependente (Y_{it}) é a produtividade das culturas polinizadas; (\bar{Y}) o intercepto de produtividade estimada; (Dm) é uma variável dummy, específica para cada município, que assume valor 1 se é o município observado e 0 caso contrário. A variável dummy controla efeito fixo para os municípios e equivale a média e tendência de produtividade em cada município. Dessa forma, as dummies de municípios representam variáveis de controle que estão associadas a fatores latentes e que mudam pouco no tempo, tais como qualidade do solo, fatores geográficos que interferem diferentemente nas variáveis analisadas (temperatura e precipitação, em cada município, bem como o estágio de evolução tecnológica adotado em cada município). (i) Corresponde aos municípios brasileiros que tenham as culturas sensíveis à polinização; (n) equivale à quantidade dos municípios; (t) ano, que nesta pesquisa corresponde ao período entre 2000 e 2017; α_i representa o parâmetro; (T) representa os anos e capta a tendência de crescimento (ou decrescimento) da produtividade das culturas sensíveis à polinização, sendo também uma proxy de avanço tecnológico. A interação de T com DM permite considerar diferentes taxas de crescimento da produtividade para os municípios, sendo outra importante variável de controle de heterogeneidade; (Isa) índice de concentração de soja e algodão; (IP) índice de precipitação, onde busca verificar o efeito da chuva sobre a produtividade da cultura; (IT) índice de temperatura; (IVN) refere-se ao índice de remanescente florestal, onde busca-se verificar o efeito da presença de florestas do município sobre a produtividade da cultura e (ε_{it}) é o termo de erro.

4.3.1 Variáveis Utilizadas no Modelo

Para o cálculo do Índice de concentração de soja e algodão e do índice de Vegetação Nativa, utilizou-se a metodologia de cálculo do Quociente de Localização, conforme utilizado por Abdala e Ribeiro (2011). Para esses autores, o Quociente de Localização permite avaliar o grau relativo de concentração de uma determinada atividade, permitindo ainda que se realizem análises de uma região específica, para todos os setores de atividade em causa e, deste modo, produzir considerações sobre o grau de especialização/diversificação desse território. O Índice de Concentração de Soja e Algodão (ISA) e o Índice de Vegetação Nativa (IVN) de cada município foram obtidos através das expressões:

(4)

$$ISA = \frac{ASAm}{ATm}$$

Em que *ISA* é o Índice de Concentração de Soja e Algodão; *ASAm* é a Área colhida de Soja e Algodão do Município (ha) *ATm* é a Área Territorial do Município (ha).

$$IVN = \frac{AVNm}{ATm} \quad (5)$$

Em que *IVN* é o Índice de Concentração de Vegetação Nativa; *AFm* é a Área Florestal do Município (ha); *ATm* é a Área Territorial do Município (ha).

Os índices meteorológicos respectivamente o Índice de Precipitação e o Índice de Temperatura, foram calculados através das expressões 6 e 7, demonstradas a seguir:

$$IP = \frac{PREC - PRECMED}{PRECDP} \quad (6)$$

Onde *IP* é o Índice de Precipitação, *PREC* é a média da precipitação de cada ano analisado; *PRECMED* e *PRECDP* correspondem respectivamente a média e o desvio padrão da precipitação de todos os meses da série histórica analisada de cada município.

$$IT = \frac{TEMP - TEMPMED}{TEMPCDP} \quad (7)$$

Onde *IT* é o Índice de Temperatura, *TEMP* é a média da temperatura de cada ano analisado; *TEMPMED* e *TEMPCDP* correspondem respectivamente a média e o desvio padrão da temperatura de todos os meses da série histórica analisada de cada município.

O efeito tecnológico sobre a produtividade das culturas polinizadas será estimado pela derivação parcial de Y_{it} em relação à *T*

$$Tec = \frac{\delta Y_{it}}{\delta T} \quad (8)$$

Em que Tec é mudança tecnológica; δ representa o símbolo da CPO; Y_{it} é a produtividade das culturas polinizadas; e T representa o tempo.

A variação da produtividade das culturas sensíveis à polinização em relação à variação da proximidade de soja e algodão pode ser obtida pela derivada parcial Y_{it} em relação à Isa , conforme equação:

$$Perda = \frac{\delta Y_{it}}{\delta Isa} \quad (9)$$

Finalmente, é possível estimar o quanto a tecnologia contribuiu para a mitigação da perda de produtividade devido à proximidade das culturas sensíveis a polinização em relação às culturas de soja e algodão, por meio da equação 10:

$$\Delta Perda = \frac{\delta Perda}{\delta T} \quad (10)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Estatística Descritiva

Primeiramente, são apresentados na Tabela 1 os resultados estatísticos descritivos utilizando as variáveis independentes ISA e IVN.

TABELA 1 Estatística Descritiva das Variáveis ISA e IVN

	ISA	IVN
Média	0,5204994	0,875546
Erro padrão	0,0109604	0,0079584
Mediana	0,4639972	0,8488304
Moda	0	1,0068726
Desvio padrão	0,4673284	0,3393283
Variância da amostra	0,2183959	0,1151437
Curtose	-1,274935	-0,619157
Assimetria	0,3009026	0,508792
Intervalo	1,998155	1,5095631
Mínimo	0	0,299589
Máximo	1,998155	1,809152
Soma	946,26784	1591,7426
Contagem	1818	1818

Fonte: Resultados da Pesquisa

A partir da análise descritiva foram criados os gráficos de Bloxpot (Figura 3 e 4), os quais dizem respeito à tendência central não-paramétrica (mediana), dispersão, e simetria referente as variáveis independentes (ISA e IVN), apresentando também os valores mínimo e máximo), os valores atípicos (outliers), extremos e a média.

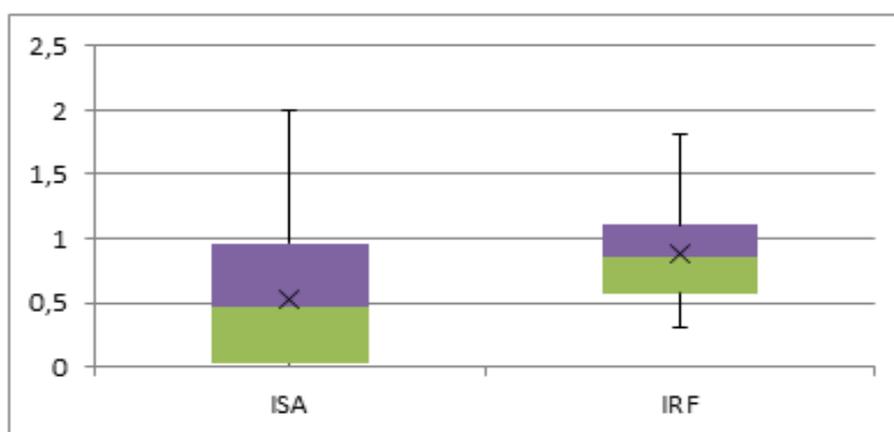


FIGURA 1 Gráfico de Bloxpot das Variáveis ISA e IVN
Fonte: Resultados da Pesquisa

É importante ressaltar (figura 3) que ambas as variáveis não apresentaram outliers, a posição simétrica da mediana dentro da caixa a aproxima da média aritmética, representada pela letra “X”. Observa-se que na maior parte dos municípios os índices, os quais são calculados proporcionalmente as dimensões dos mesmos, possuem valores mais baixos, fato este evidenciado pelo posicionamento das caixas mais próximas do valor mínimo. Em relação a dispersão dos valores observa-se que o Índice ISA possui valores mais dispersos que o Índice IVN uma vez que a dimensão da caixa bem como a distância entre o valor máximo e o mínimo são maiores.

Esses resultados permitem inferir que a concentração de soja e algodão nos municípios selecionados é absolutamente menor que a concentração média (ou mediana) dessas culturas nos seus respectivos estados. O que não ocorre com a concentração de Vegetação Nativa, que, apesar de apresentar a média e mediana menor que a concentração nos seus estados, apresentam alguns municípios com IVN >1 e, portanto, com concentração acima da média (mediana) dos seus respectivos estados. Conseqüentemente sugerem que os municípios selecionados, em média, apresentam elevada aptidão agropecuária, uma vez que detém maior área de florestas convertidas em outros usos que a média do estado, mas que apresentam uma aptidão agrícola menos significativa para soja e algodão, provavelmente estando mais aptos a pecuária, uma vez que a produção agrícola de soja é predominante no uso agrícola dos solos para a região estudada.

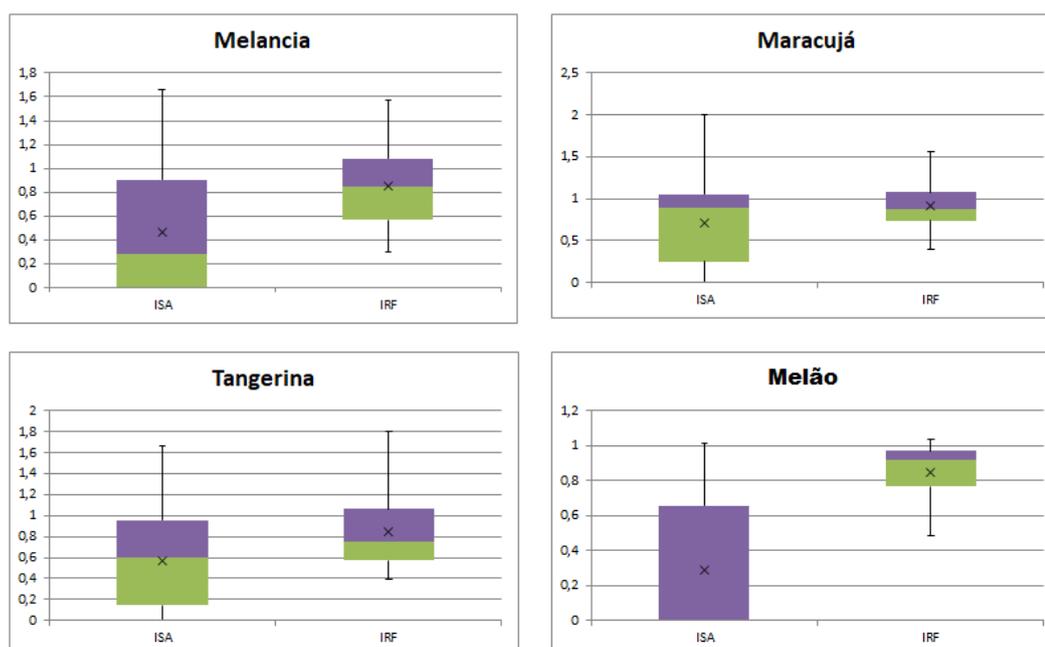


FIGURA 2 Gráficos de Bloxpot das Variáveis ISA e IVN Separados por Cultura.
Fonte: Resultados da Pesquisa

Quando analisados separadamente, de acordo com o recorte locacional de cada cultura, pode-se observar (figura 4) que os valores de ISA e IVN se comportam de forma distintas. Nos municípios produtores de melancia e melão destaca-se a maior dispersão nos valores de ISA, apresentando assimetria positiva, indicando que a maioria dos municípios possui valores de ISA acima da mediana, enquanto os municípios produtores de maracujá destacam-se assimetria negativa, ou seja, a mediana é influenciada por uma maioria de municípios com ISA abaixo da média. Já para os IVN, municípios produtores de melão apresentam assimetria negativa, contrariamente àqueles produtores de tangerina. Os demais municípios, segundo a cultura predominante apresentam esses indicadores próximos à média. Tal fato demonstra a necessidade de se ter adotado um modelo agregado não paramétrico, uma vez que a combinação entre os índices e municípios em um único modelo contrariava a hipótese de normalidade dos resíduos.

Tais resultados (figura 4) indicam, ainda, que comparativamente, melão e melancia são produzidos em municípios com menor concentração de soja e algodão e maior concentração de Vegetação Nativa em termos de mediana.

Os resultados apresentados, uma vez sendo significativos, oferecem a oportunidade de levantar novas hipóteses a serem testadas futuramente. Com exceção aos municípios produtores de tangerina, os demais municípios apresentaram maior produtividade mediana sob condições de maior concentração de soja e menor concentração de Vegetação Nativa, este fato pode estar relacionado a hipótese de que esses municípios tenham maior aptidão agrícola, e portanto com solos mais ocupados com a cultura da soja, o que poderia estar relacionado tanto a capacidade geológica dos solos quanto determinando o nível tecnológico ou capacidade gerencial dos produtores, e portanto a produtividade das frutíferas analisadas em tais regiões, tal hipótese fica mais evidente ainda quando observados os resultados para a cultura do melão, ademais, a literatura evidencia a relação entre a expansão da cultura da soja e a pressão sobre Vegetação Nativa, o que fortalece a evidencia de relação entre estas variáveis (ABDALA, 2012).

Considerando agora os municípios produtores de tangerina, é possível que esta cultura, por ser perene e arbórea, possa estar sendo produzida preferencialmente em regiões menos aptas a agricultura extensiva e, portanto, relacionadas a maiores índices de Vegetação Nativa.

Finalmente, quando tais resultados são confrontados com os resultados

exploratórios (figura 4), é possível supor que o nível de concentração de soja e algodão não determinem impacto direto negativo a essas culturas justamente pelo fato de que em média (mediana) elas são cultivadas em municípios de menor concentração de soja e algodão dentro de seus estados produtores.

5.2 Resultados dos Modelos Econométricos

Na Tabela 2 estão os resultados dos modelos econométricos referentes as culturas analisadas.

TABELA 2 Resultado dos Modelos Econométricos

Variáveis	Melancia Produtividade	Maracujá Produtividade	Melão produtividade	Tangerina Produtividade
ISA	1327327.592 (2861299.804)	-3167923.964 (2726260.675)	-888,302.363*** (217,975.065)	-1.560e+07*** (3671242.486)
ISA*TEND	-659.392 (1,426.013)	1,577.221 (1,357.076)	442.515*** (108.712)	7,759.005*** (1,825.516)
IVN	2606866.778 (5335537.216)	-2628837.103 (4479906.439)	294,244.055 (300,815.205)	-1.089e+07 (7845958.870)
IVN*TEND	-1,314.947 (2,666.427)	1,299.056 (2,238.713)	-145.345 (149.338)	5,444.535 (3,908.828)
IP	-2,826.172* (1,456.486)	338.749 (1,313.117)	-99.495 (69.224)	-368.090 (1,378.655)
IT	704.672 (680.226)	-555.219 (533.071)	-28.843 (51.006)	-1,440.067** (605.240)
TEND	484.495 (1,502.724)	-498.762 (727.325)	93.515 (91.741)	-1,788.764 (1,252.783)
Constante	-940,863.048 (3007649.668)	1018122.028 (1455874.392)	-189,152.228 (184,882.287)	3595434.463 (2514895.747)
Observações	923	334	64	528
R-squared	0.617	0.635	0.670	0.634

Erros padrão entre parênteses: ***

p>0.01, ** p<0.05, *p>0.1

FONTE: Resultados da Pesquisa

Os resultados do modelo, captaram interferência negativa e significativa da variável ISA nas produtividades do melão e da tangerina, o que era esperado, visto que as literaturas empírica e teórica apontam relação entre os agrotóxicos utilizados na soja e no algodão com o desaparecimento de polinizadores, o que conseqüentemente desfavorece o serviço ecossistêmico da polinização. Os

resultados de ISA referentes as culturas da Melancia e do Maracujá não obtiveram valores significativos, no entanto observou-se interferência negativa para o maracujá e positiva para a melancia.

Quando analisados os resultados referentes a variável ISA*TEND, percebe-se que ao longo do tempo ISA afeta positivamente a produtividade das culturas do melão e da tangerina ao nível de 1% de significância.

No que diz respeito as variáveis relacionadas ao Índice de Vegetação Nativa (IVN e IVN*TEND), não foram observados resultados significativos sugerindo que a presença de vegetação nativa não favoreceu o aumento da produtividade das culturas essencialmente dependentes da polinização animal. Ao longo do tempo os resultados também mostraram que o IVN não possui influência significativa. Estes resultados não eram esperados visto que as áreas de vegetação constituem importantes habitats para os polinizadores.

O índice meteorológico referente a precipitação (IP) obteve resultado significativo apenas para a cultura da melancia, indicando que houve interferência negativa da variável na produtividade da cultura. Nos resultados referentes ao índice de Temperatura (IT), observou-se resultado significativo apenas na cultura da tangerina, indicando interferência negativa da variável na produtividade da cultura.

A variável Tendência (TEND), não apresentou resultados significativos indicando ausência de aprimoramento tecnológico das atividades na região centro-oeste.

6 CONCLUSÃO

Os testes realizados no presente estudo não obtiveram resultados expressivos no que diz respeito ao efeito negativo da utilização intensiva de agrotóxicos destinados as culturas de Soja e Algodão sobre a produtividade das culturas analisadas. Observou-se interferência negativa da variável na produtividade da Tangerina e o Melão somente a 1% de significância.

Em relação aos resultados referentes a variável IVN, os mesmos sugerem que a presença de Vegetação Nativa não trouxe benefícios para a produtividade das culturas analisadas, entretanto deve-se levar em consideração que os fragmentos de vegetação nativa, podem não ocorrer próximos das plantações o que dificulta influência positiva nos serviços ecossistêmicos, como polinização a longa distância.

É importante destacar que, ao utilizar o índice de concentração de soja e algodão para estimar a proximidade das culturas sensíveis aos agrotóxicos, o modelo infere uma probabilidade de que quanto maior a concentração destas culturas mais provável a proximidade de culturas sensíveis. Entretanto, conforme resultado, as culturas sensíveis se concentram em regiões de menor concentração de soja e algodão de seus estados e, portanto, é possível que tal concentração não torne significativa a probabilidade de que tenha uma proximidade de impacto entre essas culturas.

Mais estudos são necessários para aumentar a precisão das estimativas dos parâmetros que compõe o modelo, bem como para detectar os efeitos das variáveis de interesse Índice de Concentração de Soja e Algodão e Índice de Concentração de Vegetação Nativa na produtividade de culturas essencialmente dependentes da polinização animal.

Assim, esse trabalho propõe a continuidade dessa pesquisa através de técnicas de sensoriamento remoto, ou uso de drones, que permitam conceber modelos determinísticos que avaliem o efeito da proximidade de reservas e refúgios, bem como culturas pulverizadas com agrotóxicos prejudiciais à fauna polinizadora na produtividade de culturas sensíveis. Além disso, é interessante, também, testar o mesmo modelo em regiões que tenham índices de concentração de soja e algodão mais elevados e tenham a presença de culturas demandantes do serviço de polinização animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, Klaus de Oliveira. **Dinâmica de competição agropecuária pelo uso do solo e implicações para a sustentabilidade dos recursos hídricos e Vegetação Nativa**. 2012. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

ABDALA, Klaus de Oliveira; RIBEIRO, Francis Lee. Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro. *Revista Brasileira de Economia*, [S.L.], v. 65, n. 4, p. 373-400, dez. 2011.

ABRASCO. Dossiê ABRASCO: **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. EPSJV, Exp ed. Rio de Janeiro, São Paulo: [s.n.], 2015

AMARAL, E. F. L.; INÁCIO, M. M. **Análise de Séries de Tempo: Dados de Painel**. Tópicos Especiais em Teoria e Análise Política, 2010.

AMARO, A.A.; CASER, D.V. **Diversidade no mercado de tangerinas**. *Informações econômicas*, São Paulo, v.33, n.12, p.51-67, 2003.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. 2. ed. rev. e ampl. (Coleção Plantar, 57). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. 85 p.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. **Brasilian fruit yearbook. 2017**. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-fruticultura-2017/files/assets/basic-html/index.html#1> . Acesso em 02 de novembro de 2020

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. **Brasilian fruit yearbook. 2018**. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-da-fruticultura-2018/>. Acesso em 02 de novembro de 2020.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 88p. 2016.

ARAGÃO, F. A. S.; WELK, E.; NUNES, L. P.; BOMFIM, I. G. A.; NUNES, G. H. S.; QUEIROZ, M. A. **Descrição e Classificação Botânica do Meloeiro**. Produção de Melão. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2019.

ARAÚJO, J. L. P.; CORREIA, R. C.; SANTOS, R. F. **Variação estacional do preço da melancia comercializada na região do Submédio São Francisco, período 1995-2005**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 4 p. 2007 (Embrapa Semiárido. Comunicado técnico, 133).

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; PINTO, H. P. (2012). **Sustentabilidade no agronegócio brasileiro**. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.

ASSAD, E. D. et al. **Zoneamento agrícola de riscos climáticos do Brasil: base teórica, pesquisa e desenvolvimento**. Informe Agropecuário, v. 10, p. 1-10, 2008.

ASSIS, T.F. **Merolhamento genético do eucalipto**. Informe Agropecuário, Cidade Nova, v.189, n.185, p.32-51, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS – A.B.E.L.H.A. (2021). **Agricultura e Polinizadores**. São Paulo: A.B.E.L.H.A. Disponível em: <https://abelha.org.br/manejo/>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS - ABRAFRUTAS. **Estatísticas de exportações de frutas no primeiro semestre de 2019** Disponível em <https://abrafrutas.org/2019/07/17/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-primeiro-semester-de-2019/>. Acesso em: 01 nov. 2020.

BASTIANEL, M.; SIMONETTI, L. M.; SCHINOR, E. H.; GIORGI NETO, R. O.; DENEGRÍ, J. D.; GOMES, D. N.; AZEVEDO, F. A. Avaliação do banco de germoplasma de mexericas com relação às características físico-químicas e suscetibilidade à mancha marrom de alternária. *Bragantia*, v. 73, p. 23-31. 2014.

BHERING, M.C. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lanatus* Schrad) pelo teste de envelhecimento acelerado. *Rev.Bras. de Sem.*, v.25, n.2, p.1-6, 2003.

BLACQUIÈRE T., SMAGGHE G., VAN GESTEL C.A.M., MOMMAERTS V. 2012. **Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment.** *Ecotoxicology*. 21, 973-992.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia.** FFLCH-US ed. São Paulo: [s.n.].

BONMATIN J-M. **Conclusions Round Table on intoxication of bees due to pesticides:** results from scientists. In.: 41th Apimondia Congress, 2009. Montpellier, France.

BORTOLOTTI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MEDRZYCHI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. **Effects of sub-lethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of the honey bees.** *Bulletin of Insectology*, v. 56, p. 63-67, 2003.

BPBES/REBIPP (2019): **Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil.** Marina Wolowski; Kayna Agostini; André Rodrigo Rech; Isabela Galarda Varassin; Márcia Maués; Leandro Freitas; Liedson Tavares Carneiro; Raquel de Oliveira Bueno; Hélder Consolaro; Luisa Carvalheiro; Antônio Mauro Saraiva; Cláudia Inês da Silva. Maíra C. G. Padgurschi (Org.). 1ª edição, São Carlos, SP: Editora Cubo. 184 páginas. <http://doi.org/10.4322/978-85-60064-83-0>

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VASCONCELLOS, M. A. S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais.** São Paulo: Fundação Editora da Unesp, 1998. p.161-193.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2011. **Agrótoxicos. In: Serviços/ Agrotóxicos/Sistema Agrofit.** Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 23 de outubro de 2019.

BRITAIN C., POTTS S.G. 2011. The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. *Basic Appl. Ecol.* 12, 321-331.

- CAMILLO, E. **Polinização do maracujá**. Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 44. 2003.
- CARDINAL S., DANFORTH B.N. 2013. **Bees diversified in the age of eudicots**. Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 280, 20122686.
- CARNEIRO, P. A. S.; FONTES, M. P. F. e FONTES, R. **Índice pedológico e de Manejo de Solos como Suporte ao Estudo das Disparidades Microrregionais em Minas Gerais**. In: FONTES, R. e FONTES, M. P. F. *Crescimento e Desigualdade Regional em Minas Gerais*. Viçosa: Editora: Folha de Viçosa, p. 249-292, 2005.
- CARRILLO, MARCELA PEDRAZA et al. Influência dos agroquímicos Fipronil e Imidaclopride no aprendizado de abelhas *Apis mellifera* L.. Acta Scientiarum. Animal Sciences [online]. 2013, v. 35, n. 4 pp. 431-434. 12 Nov 2013.
- CASTELLANE, P.D.; CORTEZ, G.E.P. A cultura da melancia. Jaboticabal: FUNEP, 1995.
- CASTILHOS, Dayson. **DESAPARECIMENTO E MORTE DE ABELHAS NO BRASIL, REGISTRADOS NO APLICATIVO BEE ALERT MOSSORÓ – RN 2018**. 2018. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Ciências Animais, Ciências Animais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró - Rn, 2018.
- CNA – Confederação Nacional de Agricultura. 2019. **Relatório Agroeconômico do Centro-Oeste: 3º Trimestre de 2019**. Disponível em: < https://www.cnabrazil.org.br/assets/images/Relatorio-Alian%C3%A7a-3_tri_rev.pdf >, acesso em: 12 dez.2019.
- COLLIN, M.E.; BONMATIN, J.M.; MOINEAU, J.; GAIMON, C.; BRUN, S.; VERMANDERE, J.P. A method to quantify and analyze the activity of honey bees: relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 43, n. 3, p. 387-395, 2004.
- CONAB. **Perspectivas para a agropecuária – Safra 2019 / 2020**. Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL- CNABRASIL. As exportações de frutas do Brasil, Disponível em <<https://www.cnabrazil.org.br/artigos/chegou-a-vez-da-fruticultura>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL- CNABRASIL. **Comunicado Técnico** - Ed. 27/2020 Disponível em <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/CNA-Comunicado-Tecnico-n27-01outubro2020.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2020.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, SHAHID.; O'NEILL, ROBERT.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. 1997. **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. NATURE. 387, 253-260.

COSTA, N.D., LEITE, W. de M. **Cultivo da melancia**. EMBRAPA Semi-árido. Petrolina – PE, 2002. Disponível em: <http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/O%20cultivo%20da%20Melancia.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. **Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP, v.30, Supl.1, p.15-19, 2010.

COX, R.L.; WILSON, W.T. **Effects of permethrin on the behavior of individually tagged honey bees, Apis mellifera L. (Hymenoptera:Apidae)**. Environ. Entomol., v.13, p.375-378, 1984.

CUNHA, D.A.S.; NÓBREGA, M.A.S.; ANTONIALLI JUNIOR, W.F. **Insetos Polinizadores em Sistemas Agrícolas**. Ensaios Cienc., Cienc. Biol. Agrar. Saúde, v. 18, n. 4, p. 185-194, 2014.

DIAS, R. C. S.; SANTOS, J. S. dos. **Panorama nacional de produção da melancia**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196237/1/Rita-2019.pdf> . Acesso em 02 novembro 2020.

DIENICE, A. N.; CANEVER, M. D. A dinâmica da área, do rendimento e dos preços sobre o valor da produção do feijão e da soja no Rio Grande do Sul e a dependência temporal entre esses componentes. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, 2015.

EL HASSANI, A. K; DACHER, M; GAUTHIER, M; ARMENGAUD, C. Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of the honeybee (*Apis mellifera*). **Pharmacology Biochemistry Behaviour**, v. 82, p.30–39, 2005

ENDERS, C. K. Applied missing data analysis. Guilford Press, 2010.

EPAMIG. Empresa de pesquisa agropecuária de Minas Gerais. **Citros – tangerina**. 2015. Disponível em <http://epamig.br> . Acesso em: 01 nov. 2020.

FAIRBROTHER, A.; ANDERSON, T.; FELL, R. 2014. Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 33, 719-731.

FALEIRO, F. G.; ROCHA, F. E. C.; GONTIJO, G. M.; ROCHA, L. C. T. Maracujá: prospecção de demandas para pesquisa, extensão rural e políticas públicas baseadas na adoção e no impacto de tecnologias. Brasília - DF: EMATER/DF, v.2, 275p. 2019.

FALEIRO, F.; JUNQUEIRA, T. **Manual - Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa, Brasília-DF, 1º ed., 2016. Acesso em: 02 nov. 2020.

FAO. Food and agriculture data: production: crops. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 04 nov. 2020.

FAO. Roma: FAOSTAT. Database Gateway-FAO. Disponível em: <http://faostat.fao.org/> . Acesso em: 29 out. 2020.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. Disponível em:<http://faostat.fao.org/site/535/default.aspx#ancor> .

FELEMA, João; RAIHER, Augusta Pelinski; FERREIRA, Carlos Roberto. **Agropecuária brasileira: desempenho regional e determinantes de**

produtividade. Revista de Economia e Sociologia Rural, [s.l.], v. 51, n. 3, p.555-573, set. 2013. FapUNIFESP (SciELO).

FERRARI, G. N., SUGUINO, E., MARTINS, A. N., CAMPAGNOL, R., FURLANETO, F. P. B., MINAMI, K. **Boletim técnico sobre a cultura da Melancia.** 2013. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2013_2/melancia/index.htm. Acesso em: 10 nov. 2020.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura.** Viçosa, UFV. 402p. 2008. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

FRAZIER, M.; MULLIN, C.; FRAZIER, J.; ASHCRAFT, S. **What have pesticides got to do with it?** American Bee Journal, v.148, p.521-523, 2008.

FREE, J.B. **Insect pollination of crops.** London: Academic Press, 1993. 684 p.

FREITAS, B.M. & PINHEIRO, J.N. **Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores.** Oecologia Australis 14(1): 282-298, 2010 doi:10.4257/oeco.2010.1401.17

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agroecossistemas brasileiros. Brasília: MMA, 2012. 112 p.

FRIAS, B.E.D.; BARBOSA, C.D.; LOURENÇO A.P. **Pollen nutrition in honey bees (*Apis mellifera*): impact on adult health.** Apidologie, v.47, p.15-25, 2015. DOI: 10.1007/s13592-015- 0373-y

GALLAI N, VAISSIÈRE BE (2009) Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale. FAO, Rome 2019.

GARIBALDI, L.A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; KREMEN, C.; MORALES, J.M.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S.A.; CARVALHEIRO, L.G.; CHACOFF, N.P.; DUDENHÖFFER, J.H.; GREENLEAF, S.S.; HOLZSCHUH, A.; ISAACS, R.; KREWENKA, K.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M.M.; MORANDIN, L.A.; POTTS, S.G.; RICKETTS, T.H.; SZENTGYÖRGYI, H.; VIANA, B.F.; WESTPHAL, C.; WINFREE, R.; KLEIN, A.M. **Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits.** Ecology Letters, v.14, p.1062-1072, 2011. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2011.

GARIBALDI, L.A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M.A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; CARVALHEIRO, L.G.; HARDER, L.D.; AFIK, O.; BARTOMEUS, I.; BENJAMIN, F.; BOREUX, V.; CARIVEAU, D.; CHACOFF, N.P.; DUDENHÖFFER, J.H.; FREITAS, B.M.; GHAZOUL, J.; GREENLEAF, S.; HIPÓLITO, J.; HOLZSCHUH, A.; HOWLETT, B.; ISAACS, R.; JAVOREK, S.K.; KENNEDY, C.M.; KREWENKA, K.M.; KRISHNAN, S.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M.M.; MOTZKE, I.; MUNYULI, T.; NAULT, B.A.; OTIENO, M.; PETERSEN, J.; PISANTY, G.; POTTS, S.G.; ROMINA RADER, R.; RICKETTS, T.H.; RUNDLÖF, M.; SEYMOUR, C.L.; SCHÜEPP, C.; SZENTGYÖRGYI, H.; TAKI, H.; TSCHARNTKE, T.; VERGARA, C.H.; VIANA, B.F.; WANGER, T.C.; WESTPHAL, C.; WILLIAMS, N.; KLEIN, A.M. **Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance.** *Science*, v.339, p.1608-1611, 2013. DOI: 10.1126/science.1230200.

GIANNINI, T.C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G.D.; CARTOLANO Jr, E.A.; VEIGA, E.A.K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; SARAIVA, A.M. 2014. **Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions.** *Apidologie*. 46, 209–223.

GIANNINI, T.C.; CORDEIRO, G.D.; FREITAS, B.M.; SARAIVA, A.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil.** *Journal of Economic Entomology*, v.108, p.1-9, 2015a. DOI: 10.1093/jee/tov093.

GIORGINI, J. F; GUSMAN, A. B. **A importância das abelhas na polinização.** In: João Maria Franco Camargo. (Org.). *Manual de Apicultura*. São Paulo, SP, 1972, v., p. 155-214.

GOULSON, D. **An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides.** *Journal of Applied Ecology*, v. 50, n. 4, p. 977-987. 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.12111/epdf>>. DOI: 10:1111/1365-2664.12111.

GOULSON, D. Neonicotinoids impact bumblebee colony fitness in the field: a reanalysis of the UK's Food & Environment Research Agency 2012 experiment. *Peer J*, v.3, e854, 2015. DOI: 10.7717/peerj.854.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. . **Econometria Básica.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Mc Graw-Hill, 2011.

GULLAN, P. J. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca, p.440, 2007.

HADDAD, P. R. (1989). **Economia regional: Teorias e métodos de análise**. Fortaleza, BNB. ETEBE, Economia Regional.

HASSANI, A.K. et al. **Effects of sublethal doses of fipronil on the behavior of honey bee (*Apis mellifera*)**. Phamacol. Biochem. Behav., v.82, p.30-39, 2005.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 103, p. 137-157, 2000.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Economic value of Brazilian cash and stimates of their pollination contrains**. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (ed.). *Economic Value of Pollination and Pollinators*. São Paulo: Food Agriculture Organization & Universidade de São Paulo, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS - IBRAF. Estatísticas. Disponível em: [Http://www.ibraf.org.br/](http://www.ibraf.org.br/)>. Acesso em 03 de novembro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estatísticas sobre produção agrícola municipal**. 2019a. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 04 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção Agrícola municipal, Tabelas das Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento e valor da produção do Brasil. *Produção Agrícola Municipal*, 2019. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2019/default_sidra.shtm Acesso em 09 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – **SIDRA: Produção Agrícola Municipal** 2019c. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ro&tema=lavou_rapermanente2017>. Acesso em: 04 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA: **Pesquisa de orçamento familiar 2008/2009**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.aspx=3047p&o=14&i=>. Acesso em: 05 nov. 2020.

INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES – IPBES. **Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. POTTS, S.G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; NGO, H.T.; BIESMEIJER, J.C.; BREEZE, T.D.; DICKS, L.V.; GARIBALDI, L.A.; HILL, R.; SETTELE, J.; VANBERGEN, A.J.; AIZEN, M.A.; CUNNINGHAM, S.A.; EARDLEY, C.; FREITAS, B.M.; GALLAI, N.; KEVAN, P.G.; KOVACS-HOSTYANSZKI, A.; KWAPONG, P.K.; LI, J.; LI, X.; MARTINS, D.J.; NATES-PARRA, G.; PETTIS, J.S.; RADER, R.; VIANA, B.F. (eds.). Bonn, Germany: 2016.

JESCHKE, P.; NAUEN, R.; SCHINDLER, M.; ELBERT, A. **Overview of the status and global strategy for neonicotinoids**. Journal of Agricultural Food Chemistry, v. 59, n. 7, p. 2897-2908. 2011. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf101303g>>. DOI: 10.1021/jf101303g.

JOHANSEN, C. A.; MAYER, D. F. **Pollinator protection**. A bee pesticide handbook. Cheshire, USA: Wicwas Press, 1990.

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**, v.274, p.303-313, 2007. DOI: 10.1098/rspb.2006.3721.

KLUSER S., PEDUZZI P. 2007. **Global pollinator decline: A literature review**. UNEP/GRID, Europe, 10 pp.

KREMEN, C. 2004. **Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits?** Pp. 115-124. *In*: B.M. Freitas & J.O.B. Portela (eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 285p.

LAGES, A. L. Biologia floral, qualidade de fruto e interferência de defensivos agrícolas em genótipos de maracujazeiro azedo no município de Tangará da Serra MT. Dissertação (mestrado em Genética e melhoramento de plantas) Universidade do Estado de Mato Grosso, Unemat, Tangará da Serra, MT, 78p. 2015. Acesso em: 30 out. 2020.

LIMA, E. M. C.; CARVALHO, J. A.; VIOL, M. A.; ALMEIDA, R. C.; REZENDE, F. C. **Gália melons production in protected environment under different irrigation depths**. Soil and Water Engineering, v.37, p.75-83, 2017.

LIMA, M. F. **A cultura da melancia**. Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária (EMBRAPA). 1ª ed, Brasília, DF. 2014.

LOPÉZ, R. Environmental externalities in traditional agriculture and the impact of trade liberalization: the case of Ghana. *Journal of Development Economics*, v. 53, n. 1, p. 17-39, 1997.

LORENZI, H.; BACHER, B. L.; LACERDA, M. T. C. de; SARTORI, S. F. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 640 p. 2006.

LORENZI, H.; BACHER, B. L.; LACERDA, M. T. C. de; SARTORI, S. F. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 640 p. 2006.

LUZ, Maria José da Silva; FERREIRA, Gilvan Barbosa; BEZERRA, José Renato Cortez. **Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados em Função dos Resultados da Análise do Solo**: Circular Técnica 63. Campina Grande-PB: EMBRAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002. 32 p.

MACIEL, P. H. Estudos longitudinais para avaliação de custo na área da saúde: como tratar dados faltantes e censuras. Porto Alegre, 2012.

MACKENZIE, K.E.; WINSTON, M.L. Effects of sublethal exposure to diazinon on longevity and temporal division of labor in the honey bee (Hymenoptera:Apidae). *Journal of Economic Entomology*, v. 82, p. 75-82, 1989.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5 ed. São Paulo: Ceres, 1989, 294p.

MANICA, I. *Fruticultura tropical: maracujá*. 1981.

MANN, H.B.; WHITNEY, D.R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than other. *The Annals of Mathematical Statistics*, v.18, p.50-60. 1947.

MAPBIOMAS – **Coleção 5.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**, acessado em 04 nov. 2020. Disponível em: <https://mapbiomas.org/estatisticas>

MARQUES, N. A. *et al.* Efeito da ampliação das exportações agropecuárias e agroindustriais na balança comercial e (re) distribuição da renda: uma análise de equilíbrio geral. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 413-435, jul./set. 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MAUÉS, M. M. **Economia e polinização: custos, ameaças e alternativas**. In: Rech, A. R. et al. (org.) *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 461-481, 2014.

MELETTI, L. M. M. **Avanços na cultura do maracujá no Brasil**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Volume Especial, p. 83-91, 2011.

MENDES, MARCÍLIO GERALDO. *Efeitos do disclosure involuntário negativo decorrente de acidentes ambientais na volatilidade das ações*. / Marcílio Geraldo Mendes. Vitória: FUCAPE, 2012.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO -MDIC. Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior Via Internet do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <https://sites.google.com/site/grupo3importacoesnobrasil/sistema-aliceweb>. Acesso em: 02 nov. 2020.

MIRANDA, R.F; RODRIGUES, G.A; SILVA, R.H; SILVA, C.L.W; SATURNINO, M.H; FARIA, S.H.F; **Instruções Técnicas sobre a cultura da melancia**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 28P. – (EPAMIG. Boletim Técnico, 51).

MONQUERO, Patricia Andrea; OLIVEIRA, Alessandro Santos. Os herbicidas causam impactos na sobrevivência e desenvolvimento de abelhas? **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s.l.], v. 17, n. 1, p.95-105, 10 mar. 2018. Revista Brasileira de Herbicidas. <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v17i1.533>.

MOORE D. 2001. Honey bee circadian clocks: behavioral control from individual workers to whole-colony rhythms. *J. Insect Physiol.* 47, 843-857.

MORAES, C.B.; MORI, E.S. **Polinização Controlada no Melhoramento Genético Florestal**. In: CURSO “AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA SILVICULTURA” SEAB - SEMANA DE ESTUDOS AGROPECUÁRIOS E FLORESTAIS DE BOTUCATU, 25., 2011, Botucatu. Anais... Botucatu: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu/UNESP, 2011.

MOREIRA, A. J. B. **Estimativa regional da produtividade agropecuária**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 15, 2002, Passo Fundo. *Anais...* Brasília: SOBER, 2002.

MOURA, D.F. **Propriedades Benéficas do Maracujá**. **Apostila** (Bacharelado em Farmácia) - Farmácia, Universidade do Grande ABC, Anhanguera, 26p. 2013. Disponível em: <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2013/trabalho-1000014501.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

NASCIMENTO, H. R. do. **Viabilidade polínica e polinização controlada em macaúba (Acrocomia aculeata)**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

NEUMANN P., CARRECK N.L. 2010. **Honey bee colony losses**. J. Apic. Res. 49, 1-6.

INSTITUTO AGROPECUÁRIO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo agropecuário 2017: **Resultados definitivos. Melancia do Brasil por quantidade produzida (em toneladas)**.. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76503> .Acesso em: 01 novembro 2020.

NUNES, L.; KLUCK, M. M.; FACHEL, J. Comparação de métodos de imputação única e múltipla usando como exemplo um modelo de risco para mortalidade cirúrgica. Revista brasileira de epidemiologia, v. 13, n. 4, p. 596-606, 2010

OLIVEIRA, Z. T. de; SUASSUNA, J. F.; COSTA, F. da S.; OLIVEIRA, A. S. de; SILVA, F. G. da; BRITO, K. S. A. da. **Crescimento e índices fisiológicos de melancia em resposta à fertilização orgânica**. Braz. J. of develop. Curitiba, v. 6, n. 10, p. 83586-83603, out. 2020.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. 2011. **How many flowering plants are pollinated by animals?** Oikos. 120, 321–326.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura orgânica: formação e condução** Silvio Roberto Penteado. Viçosa: aprenda Fácil, 2004. 308p.: il.

PEREIRA, J.C.; VINCENZI, M.L.; LOVATO, P.E. **Roland ristow: uma contribuição ao estudo da agricultura sustentável**. Eisforia, v. 1, n.1, p.63-97, 2003.

PERPIÑÁ, G., ESTERAS, C., GIBON, Y., MONFORTE, A. J., & PICÓ, B. A new genomic library of melon introgression lines in a cantaloupe genetic background for dissecting desirable agronomical traits. BMC Plant Biology, 16(1). 2016.

PESTANA, Maria Helena; GAGEIRO, João Nunes. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS**. 5. ed. Local: Lisboa, 2008.

PETINARI, R. A.; TERESO, M. J. A.; BERGAMASCO, S. M. P. P. **A importância da fruticultura para agricultores familiares da região de Jales - SP.** Rev. Bras. de Fruti, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 356-360, jun. 2008.

PIGNATI WA, LIMA F, LARA SS, CORREA MLM, BARBOSA JR, LEÃO L, et al. **Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for Health Surveillance.** Ciência e Saúde Coletiva 2017; 22(10): 3281-93. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>

PINHEIRO, J. N. **Efeitos Subletais dos Pesticidas Agrícolas e seus Impactos no Manejo de Polinizadores dos Agroecossistemas Brasileiros.** Oecologia Australis, v. 14, n. 1, p. 282-298, 2010.

PINHEIRO, J.N.; FREITAS, B.M. **Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros.** Oecologia Australis, v. 14, p.266- 281, 2010.

PIO. P. M.; MINAMI, K.; FIGUEIREDO, J. O. Características do fruto da variedade span americana (*Citrus reticulata blanco*): uma tangerina do tipo ‘poncã’ de maturação precoce. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, n. 2, p. 325-329, 2001.

PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A.R.; CONCEIÇÃO, A. O. (Eds.) **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade.** Ilhéus, Editus, p. 21– 67. 2011.

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 and Evolution, v. 25, n. 6, p. 345 353, 2010. DOI: 10.1016/j.tree.2010.01.007.

POTTS S.G., IMPERATRIZ-FONSECA V.L., NGO H.T., AIZEN M.A., BIESMEIJER J.C., BREEZE T.D., DICKS L.V., GARIBALDI L.A., HILL R., SETTELE J., VANBERGEN A.J. 2016. **Safeguarding pollinators and their values to human well-being.** Nature. 540, 220–229.

RICHARDS J.H., KOPTUR S. 1993. Floral variation and distyly in *Guettarda scabra* L. (Rubiaceae). Am. J. Bot. 80, 31-40.

ROCHA, M. R. da. **Sistemas de cultivo para a cultura da melancia.** Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação (Mestrado Pós-Graduação em Ciência do Solo)

- Santa Maria - RS, 2010. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Dissertacoes/MARTA-ROCHA.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2020.

ROUBIK DW. **The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners**. Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO), Roma, 2018.

SALVIANO, A. M. et al. **A cultura do melão**. 3. ed. rev. e atual. – Brasília, DF: Embrapa (Coleção Plantar), 202 p. 2017.

SANTOS, A. B. **Abelhas nativas: polinizadores em declínio**. Natureza OnLine, v.8, n.3, p.103-106, 2010.

SANTOS, V. A. **Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades**. Artigo (Doutorado em Agronomia) - Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil., 8F. 2016.

SATTLER, A. Meio Ambiente **Estudos indicam que inseticidas e herbicidas podem estar relacionados com a morte dessas polinizadoras**. **Jornal da Universidade**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 1-1. 1 ago. 2019. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/jornal/veja-como-os-agrotoxicos-matam-as-abelhas/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SCHMUCK, R. No causal relationship between Gaucho seed dressing in sunflowers and the French bee syndrome. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, v. 52, n. 99, p. 257-299, 1999.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An analysis of variance test for normality (complete sample)**. *Biometrika*, Great Britain, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL (SINDIVEG). **O que você precisa saber sobre defensivos agrícolas**. São Paulo:

Sindiveg, 2020.

SMITH, D. Worldwide trends in DDT levels in human breast milk. **International Journal of Epidemiology**, v. 28, n. 2, p. 179-188. 1999. Disponível em: <<http://ije.oxfordjournals.org/content/28/2/179.full.pdf>>. DOI: 10.1093/ije/28.2.179.

SOUSA, Lucas Vitor de Carvalho. **Estrutura de custos e efeitos de variáveis climáticas: uma análise para o setor de saneamento no Brasil**. 2018. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade de Brasília, Brasília – Distrito Federal, 2018.

SOUSA, M. A.; ANDRADE, J. W. S.; SILVA, N. F.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; GOMES FILHO, R. R. **Análise econômica de dois híbridos de melão rendilhado, cultivados em ambiente protegido**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 6, p. 41-50, 2012.

SOUZA, DARKLÊ LUIZA; EVANGELISTA RODRIGUES, ADRIANA; CALDAS PINTO, MARIA DO SOCORRO. **As Abelhas Como Agentes Polinizadores REDVET**. Revista Eletrônica de Veterinária, vol. VIII, núm. 3, março, 2007, pp. 1-7 Veterinária Organização Málaga, Espanha

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades, cultivo**. Piracicaba: FEALQ. 179 p. 1997.

SWACKHAMER, S. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*. 292, 281– 284.

SZCZESNA, T.; RYBAK-CHMIELEWSKA, H.; CHMIELEWSKI, W. **Sugar composition of pollen loads harvested at different periods of the beekeeping season**. *Journal of Apicultural Science*, v.46, p.107-115, 2002.

TAVARES, S. C. C. de H. **Melão, fitossanidade: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 87 p. 2002.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF, B.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R., SCHINDLER, D., SCHLESINGER, W.H., SIMBERLOFF, D., VALLADARES NETO, J., SANTOS, C. B. dos, TORRES, E. M., & ESTRELA, C. (2017). **Boxplot: Um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos.** *Revista de Odontologia Brasileira*, 26(76), 1–6.

TOOGE, R. LISTA: **quais são e para que servem os ingredientes dos agrotóxicos mais vendidos.** 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/10/07/quais-sao-e-para-que-servem-os-principais-ingredientes-dos-agrototoxicos-mais-vendidos.ghtml> Acesso em: 10 ago 2020.

VAN TOL FILHO. **Criação nacional de abelhas.** Melhoramentos: São Paulo, 1963.

VASCONCELOS, L. H. C. **Aplicação de técnicas pré e pós-colheita em tangerina 'Dekopon'.** 2019. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

VIANA, B. F. et al. **How well do we understand landscape effects on pollinators and pollination.** *Journal of Pollination Ecology*, v. 7, n. 5, p. 31–41, 2012.

VIANELLO, R. L. et al. **Variabilidade climática e seus impactos na agricultura de Minas Gerais.** *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 29, n. 246, p. 7-18, out. 2008.

VIDAU C., DIOGON M., AUFAUVRE J., FONTBONNE R., VIGUES B., BRUNET J.L., TEXIER C., BIRON D.G., BLOT N., EL ALAOUI H., BELZUNCES L.P., DELBAC F. 2011. **Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*.** *PLoS ONE* 6, e21550.

VIVAN, J.; FLORIANI, G.S. **Construção participativa de indicadores de sustentabilidade em sistemas agroflorestais em rede na Mata Atlântica.** In: VILCAHUAMÁN, L.J.M.; RIBASKI, J.; MACHADO, A.M.B. (Org.). *Sistemas Agroflorestais e desenvolvimento com proteção ambiental: práticas e tecnologias desenvolvidas.* Curitiba: Embrapa Florestas, 2006. 214p.

WHITEHORN, P.R.; O'CONNOR, S.; WACKERS, F.L.; GOULSON, D. **Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production.** *Science*, v.336, p.351-352, 2012. DOI: 10.1126/science.1215025.

WILLIAMS, I H. CORBET, S. A; OSBORNE, J. **Beekeeping, wild bees and pollination in the European Community.** *Bee World*, 1991.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data.** Londres: The MIT Press Cambridge, 2001.

ZILBERMAN, D. et. al. Agriculture and the environment: an economic perspective with implications for nutrition. *Food Policy*, v. 24, n. 2-3, p. 211-229, 1999.