# UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL CAMPUS CERRO LARGO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS

**ESTELA MARIS BOURSCHEIDT** 

PERCEPÇÃO DE AGRICULTORES SOBRE A IMPORTÂNCIA DE POLINIZADORES E DO SERVIÇO DE POLINIZAÇÃO

CERRO LARGO 2018

#### **ESTELA MARIS BOURSCHEIDT**

# PERCEPÇÃO DE AGRICULTORES SOBRE A IMPORTÂNCIA DE POLINIZADORES E DO SERVIÇO DE POLINIZAÇÃO

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental

Orientador: Prof(a). Dr(a). Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos Co-orientador(a): Prof(a). Dr(a). Iara Denise Endruweit Battisti

#### Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Bourscheidt, Estela Maris

Percepção de agricultores sobre a importância de polinizadores e do serviço de polinização / Estela Maris Bourscheidt. -- 2018.

103 f.:il.

Orientadora: Doutora Mardiore Pinheiro.

Co-orientadora: Doutora Iara Denise Endruweit Battisti.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis-PPGATS, Cerro Largo, RS, 2018.

1. Abelhas. 2. Agricultura. 3. Agrotóxico. 4. Produtividade. 5. Reprodução. I. Pinheiro, Mardiore, orient. II. Battisti, Iara Denise Endruweit, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

#### **ESTELA MARIS BOURSCHEIDT**

# PERCEPÇÃO DE AGRICULTORES SOBRE A IMPORTÂNCIA DE POLINIZADORES E DO SERVIÇO DE POLINIZAÇÃO

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Área de Concentração: Monitoramento, Controle e Gestão Ambiental

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental

Orientador: Prof(a). Dr(a). Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos

Co-orientador(a): Prof(a). Dr(a). Iara Denise Endruweit Battisti

Esta Dissertação foi defendida e aprovada pela banca em: 26/11/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos - UFFS

Prof(a). Dr(a). Sidia Witter- DDPA/Secretaria de Agricultura, Pecuária e Irrigação

Prof. Dr. Rafael Narciso Meirelles - UERGS

A todos que se empenham em busca da sustentabilidade ambiental, social e econômica e aos que lutam pela defesa dos direitos humanos.

#### **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora e mentora, professora Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos, pela paciência, tolerância, empenho e compreensão, bem como, por ter proporcionado e intermediado muitos conhecimentos. Da mesma forma, à coorientadora, professora lara Denise Endruweit Battisti, pela colaboração e ajuda com a análise dos dados e pelo incentivo. Enfim, agradeço às duas pela confiança em meu trabalho e pelo privilégio da convivência e dos aprendizados.

Aos meus filhos, Lucas, Luander e João, companheiro Valdi e nora Marizete, pela compreensão, paciência, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus pais Romeu e Geni, pelo carinho, apoio e atenção especial com o João. Ao filho João, pelas inúmeras vezes que teve que abrir mão da atenção da mãe e ter aceitado ficar sob os cuidados da dinda Dalini e da mana Marceli. Obrigado especial às duas pela ajuda, cuidado e atenção que dedicaram a ele.

Aos demais familiares e amigos pelo incentivo, especialmente os estimados amigos Nena e Beto, grandes incentivadores do meu trabalho.

Ao professor Diego Ricieri Manenti (*in memorian*), pela sua luta e persistência que possibilitou a concretização do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis (PPGATS), da UFFS, campus Cerro Largo, viabilizando a realização do meu sonho. Também a todos que se empenharam para trazer a UFFS para nossa região.

A todos os que foram meus professores, por terem compartilhado seus conhecimentos.

A todos os colegas pelo incentivo e apoio nos momentos difíceis, em especial à colega Thaís, pela ajuda na confecção do mapa, e à colega Andrieli, pela formatação.

À Emater de Cândido Godói e Campina das Missões, especialmente ao engenheiro agrônomo Sr. Elton Naumann, e Emater Regional, em especial ao engenheiro agrônomo Gilmar Francisco Vione, pelas informações prestadas.

À Associação Regional de Educação, Desenvolvimento e Pesquisa (AREDE) pela cedência dos dados relacionados aos produtores orgânicos, especialmente ao Felipe e ao Hítalo.

A todos os agricultores, sujeitos da minha pesquisa, pela acolhida e colaboração, tornando possível a realização desse trabalho.

À banca examinadora, por terem aceito o convite e pelas inestimadas contribuições para este trabalho.

A Deus, por sempre iluminar meu caminho e ter me acompanhado por mais essa trajetória.

#### **RESUMO**

A polinização é um serviço ecossistêmico fundamental para a manutenção da biodiversidade em ambientes naturais e da produtividade em agroecossistemas. Entretanto, ações resultantes de práticas agrícolas, como desmatamento para uso da terra e utilização de agrotóxico, têm provocado efeitos negativos nas populações de polinizadores. O estudo objetivou verificar a percepção de agricultores familiares sobre problemas ambientais, seu conhecimento sobre polinizadores e sobre a importância do serviço de polinização. A amostra foi composta por 72 agricultores familiares, 42 convencionais e 30 orgânicos, cujas propriedades localizam-se nas regiões dos COREDEs Fronteira Noroeste e Missões, RS, Brasil. Os dados foram coletados através de um questionário semiestruturado, aplicado entre setembro e novembro de 2017. Os resultados foram organizados em tabelas de frequências absolutas e relativas e utilizou-se o teste qui-quadrado de aderência para verificar a diferença de frequência entre categorias dentre cada grupo de agricultores e estes conjuntamente. A maioria dos agricultores citou "agrotóxico" (p<0,001; 90,3%; n=65) como principal problema ambiental, percebeu "diminuição" (p=0,011; 50,0%; n=36) das áreas de vegetação natural e observou "aumento" (p=0,023; 45,8%; n=33) das áreas de cultivo. "Abelhas" foram mencionadas como polinizadores por todos os agricultores (p<0,001; 100,0%; n=72) e "flores", citadas como principal fonte de alimento para vetores de pólen (p<0,001; 97,2%; n=70). Os polinizadores foram considerados importantes pela totalidade dos agricultores, que atribuíram a importância principalmente à "reprodução" (p<0,001; 58,3%; n=42) das plantas. Os agricultores consideraram polinizadores importantes para 40 (37.0%) culturas que produzem. O fornecimento de "forragem" foi o principal motivo (p<0,001; 65,3%; n=47) para que a maioria dos agricultores considerassem plantas espontâneas importantes (p<0,001; 75,0%; n=54) para polinizadores. Percepção de "diminuição" (p<0,001; 84,7%; n=61) das populações de abelhas foi relatada pela maioria dos agricultores, sendo o uso de "agrotóxico" (p<0,001; 82,0%; n=59) citado como principal causa. O "uso racional de agrotóxico" (p=0,001; 28,6%; n=12) e o "uso de agrotóxico" (62,0%; n=26) foram citados pelos agricultores convencionais como principais práticas positivas e negativas, respectivamente. A maioria (80,0%; n=24) dos orgânicos disseram não saber se adotam práticas negativas para polinizadores, mas citaram "não uso de agrotóxico" como principal prática positiva (p<0,001; 53,3%; n=16). Os sujeitos da pesquisa reconheceram a importância dos polinizadores para a reprodução das plantas, mas possuíam conhecimento limitado sobre a importância do serviço de polinização para maioria das culturas (55,7%) que cultivavam. Além disso, os agricultores sabem sobre o efeito negativo dos agrotóxicos sobre as abelhas, mas desconhecem a influência de outros importantes fatores, como a destruição dos hábitats. Poucas práticas positivas são adotadas pelos agricultores, e destaca-se que mais de 1/3 dos convencionais não sabem se adotam práticas negativas. Com estes resultados pode-se concluir que é necessário promover a conscientização da importância dos polinizadores, que resulte em ações para sua conservação e para a manutenção dos serviços essenciais de polinização.

Palavras-chave: Abelhas. Agricultura. Agrotóxico. Produtividade. Reprodução.

#### **ABSTRACT**

Pollination is a fundamental ecosystem service for the maintenance of biodiversity in natural environments and productivity in agroecosystems. However, actions resulting from agricultural practices, such as deforestation for land use and the use of pesticides, have had negative effects on pollinator populations. The aim of this study was to understand family farmers' perception of environmental problems and the importance of pollination, as well as their knowledge of pollinators. The sample consisted of 72 family farmers, 42 conventional and 30 organic, whose properties are located in the regions of COREDE Fronteira Noroeste and COREDE Missões, RS, Brazil. The data was collected through a semi-structured questionnaire and applied between September and November of 2017. The results were organized into tables of absolute and relative frequencies. The chi-squared test was used to verify the frequency difference between categories within each group of farmers and together. Most farmers mentioned "pesticide" (p-value<0.001, 90.3 %, n=65) as the main environmental problem. They also perceived a "decrease" (p-value=0.011, 50.0%, n=36) of the natural vegetation areas and observed an "increase" (p-value=0.023, 45.8%, n=33) of the growing areas. "Bees" were mentioned as pollinators by all of the farmers (p-value<0.001, 100.0%, n=72) and "flowers" were mentioned as the main food source for pollinators (p-value<0.001, 97.2%; n=70). Pollinators were considered important by all farmers, who attributed the importance mainly to the "reproduction" (p-value<0.001, 58.3%, n=42) of plants. The farmers considered the pollinators to be important for 40 (37.0%) crops they produce. Forage supply was the main reason (p-value<0.001, 65.3%, n=47) for most farmers to consider spontaneous plants to be important (p-value<0.001; 75.0%; n=54) for pollinators. A perception of a "decrease" (p-value<0.001, 84.7%, n=61) in bee populations was reported by most farmers, with the use of "pesticides" (p-value<0.001, 82.0%, n=59) mentioned as the main cause. The "reasonable use of pesticides" (p-value=0,001, 28.6%, n=12) and "pesticide use" (62.0%; n=26) were mentioned by conventional farmers as the main positive and negative practices, respectively. The majority (80.0%, n=24) of organic farmers were unaware if their practices were negative for pollinators, but they mentioned their "non-use of pesticides" as the main positive practice (p-value<0,001, 53.3%, n=16). The research subjects recognized the importance of pollinators for plant reproduction, but they had limited knowledge about the importance of the pollination for most crops (55.7%) that they grow. In addition, farmers knew about the negative effect of pesticides on bees, but they were unaware of the influence of other important factors such as the destruction of habitats. Few positive practices are adopted by farmers, and it is notable that more than 1/3 of the conventional farmers do not know if they adopt negative practices. It can be concluded that it is necessary to promote awareness of the importance of pollinators, which can result in actions for their conservation and for the maintenance of essential pollination services.

Keywords: Bees. Agriculture. Pesticide. Productivity. Reproduction.

# **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 — Dados socioeconômicos dos agricultores convencionais e orgânicos,
2017
Tabela 2 – Percepção dos agricultores convencionais e orgânicos sobre o tamanho
das áreas naturais e de cultivo, 2017
Tabela 3 – Utilização de insumos químicos pelos agricultores convencionais e
orgânicos, 2017499
Tabela 4 – Grupos de polinizadores citados pelos agricultores convencionais e
orgânicos, 201750
Tabela 5 – Categorias de fontes de alimentos para polinizadores citadas pelos
agricultores convencionais e orgânicos, 201751
Tabela 6 – Importância atribuída aos polinizadores pelos agricultores convencionais
e orgânicos, 2017522
Tabela 7 – Culturas para as quais polinizadores foram considerados importantes, na
percepção dos agricultores convencionais e orgânicos, 2017533
Tabela 8 – Opinião dos agricultores convencionais e orgânicos sobre a importância
das plantas espontâneas para polinizadores, 2017555
Tabela 9 – Importância atribuída às plantas espontâneas para polinizadores, por
agricultores convencionais e orgânicos, 2017566
Tabela 10 – Percepção dos agricultores convencionais e orgânicos sobre o tamanho
das populações de abelhas, 2017566
Tabela 11 – Motivos citados por agricultores convencionais e orgânicos como
responsáveis pelo aumento ou diminuição das populações de abelhas, 2017577
Tabela 12 - Práticas positivas e negativas para polinizadores adotadas pelos
agricultores convencionais e orgânicos, 2017588

# **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Consumo de agrotóxicos e afins no Brasil (2000 - 2016)355
Figura 2 – Porcentagem de estabelecimentos agrícolas que utilizam agrotóxicos em
municípios brasileiros366
Figura 3 – Localização da área de estudo, indicando os COREDEs e municípios
onde o estudo foi desenvolvido411
Figura 4 – Culturas produzidas pelos agricultores, 2017. A) Cultivo de laranja (Citrus
sinensis) em propriedade convencional no município de Cândido Godói; B-C) Cultivo
de pêssego (Prunus persica) (B) e de pepino (Cucumis sativus) (C) em propriedades
convencionais no município de Campina das Missões; D) Cultivo de tomate
(Lycopersicon esculentum) em propriedade orgânica no município de Santo Cristo;
E) Cultivo de morango (Fragaria x ananassa) em propriedade orgânica no município
de Santa Rosa; F) Cultivo de hortaliças em propriedade orgânica no município de
Bossoroca477
Figura 5 – Principais problemas ambientais referidos pelos agricultores
convencionais e orgânicos, 2017488

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Instrumento de coleta de dados utilizado nas entrevistas, com produtores
orgânicos e convencionais, de agricultura familiar, na região Noroeste e Missões do
estado do Rio Grande do Sul, Brasil, 201744

#### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGROFIT/MAPA: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários/Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento.

APP: Área de Preservação Permanente.

AREDE: Associação Regional de Educação, Desenvolvimento e Pesquisa.

CAAE: Certificado de Apresentação para Apreciação Ética.

CCD: Colony Collapse Disorder.

CEVS/SES: Centro de Vigilância em Saúde da Secretaria da Saúde.

CEP/UFFS: Conselho de Ética em Pesquisa/Universidade Federal da Fronteira Sul.

Cfa: Clima Subtropical Úmido.

CGEE: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

CNPO/MAPA: Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos/Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento.

COREDE: Conselho Regional de Desenvolvimento.

EMATER: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FAO: Food and Agricultural Organization.

FEE: Fundação de Economia e Estatística.

IA: Ingrediente Ativo.

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IPBES: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

OMS: Organização Mundial da Saúde.

PNAPO: Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica.

PPGATS: Programa de Pós-graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

SM: Salário Mínimo Nacional.

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

TON: Tonelada.

WHO: World Health Organization.

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo geral	17
1.1.2 Objetivos específicos	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 POLINIZAÇÃO	18
2.1.1 Polinização abiótica	18
2.1.2 Polinização biótica	19
2.2 IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO	22
2.3 AMEAÇAS AOS POLINIZADORES	24
2.4 PRÁTICAS AMIGÁVEIS PARA POLINIZADORES	26
2.5 FORMAS DE AGRICULTURA	28
2.5.1 Agricultura convencional	29
2.5.2 Agricultura orgânica	30
2.5.3 Agricultura familiar	32
2.6 AGROTÓXICOS NA AGRICULTURA E EFEITOS SOBRE	POLINIZADORES
2.6 AGROTÓXICOS NA AGRICULTURA E EFEITOS SOBRE	
	33
	33 40
3 MATERIAL E MÉTODOS	
3 MATERIAL E MÉTODOS	40 40
3 MATERIAL E MÉTODOS	
3 MATERIAL E MÉTODOS	33 40 40 40 40
3 MATERIAL E MÉTODOS	33 40 40 40 42
3 MATERIAL E MÉTODOS	33 40 40 40 42 42
3 MATERIAL E MÉTODOS	33 40 40 40 42 42 43
3 MATERIAL E MÉTODOS  3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO  3.1.1 Aspectos Ambientais  3.1.2 Aspectos Socioeconômicos  3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA  3.2.1 População  3.2.2 Amostra  3.4 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	
3 MATERIAL E MÉTODOS	
3 MATERIAL E MÉTODOS  3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.  3.1.1 Aspectos Ambientais.  3.1.2 Aspectos Socioeconômicos.  3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.  3.2.1 População.  3.2.2 Amostra.  3.4 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.  3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.  3.6 ASPECTOS ÉTICOS.	

	4.3	QUESTÕES	SOBRE	POLINIZADORES	Ε	SOBRE	0	SERVIÇO	DE
	POL	JNIZAÇÃO							50
5	DISC	CUSSÃO							60
	5.1	QUESTÕES S	OCIOECC	NÔMICAS					60
	5.2	QUESTÕES S	OBRE PE	RCEPÇÃO AMBIEN	TAL				61
	5.3	QUESTÕES	SOBRE	POLINIZADORES	Е	SOBRE	Ο	SERVIÇO	DE
	POL	JNIZAÇÃO							62
6	CON	ICLUSÕES							70
7	CON	ISIDERAÇÕE	S FINAIS .						71
R	EFE	RÊNCIAS							72
Α	PÊN	DICES							98

# 1 INTRODUÇÃO

A polinização é um serviço ecossistêmico fundamental para a manutenção da biodiversidade em ecossistemas naturais (BIESMEIJER et al., 2006; POTTS et al., 2010) e da produtividade em ecossistemas agrícolas (DAILY, 1997; GALLAI et al., 2009; KLEIJN et al., 2016; HIPÓLITO et al., 2018). Os serviços prestados pelos polinizadores são responsáveis pela manutenção da saúde e funções dos ecossistemas e pela reprodução de plantas nativas, também favorecem a produção agrícola e, consequentemente, a segurança alimentar, tornando-os intrinsecamente ligados ao bem-estar humano (POTTS et al., 2016), uma vez que um terço dos principais produtos agrícolas que consumimos depende da ação dos polinizadores (MAUÉS, 2014).

O processo de polinização permite a reprodução sexuada das plantas, podendo ser intermediada pelo vento, água e por animais (POTTS et al., 2016). Embora existam polinizadores vertebrados (ex. pássaros, morcegos, outros mamíferos, lagartos), a maioria dos polinizadores animais são insetos, tais como abelhas, moscas, borboletas, mariposas, vespas, besouros e tripes. Entre os insetos, as abelhas são consideradas os principais polinizadores em diversos ecossistemas (OLLERTON, 2017), destacando-se também como polinizadores de plantas cultivadas, polinizando cerca de 90% das 107 principais culturas agrícolas mundiais (KLEIN et al., 2007).

Porém, nos últimos anos, impactos causados pelo homem na utilização dos recursos naturais levaram ao decréscimo das populações de polinizadores (NOVAIS et al., 2016), fenômeno que vem sendo observado e registrado por estudos realizados em diversos países (POTTS et al., 2010). Esse declínio está relacionado a diversos fatores, como fragmentação de hábitats, uso excessivo de agrotóxicos, influência de espécies invasoras, infestações de pragas, doenças causadas por patógenos e mudanças climáticas (FREITAS et al., 2009; WINFREE et al., 2009; ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014).

A modernização da agricultura a partir da Segunda Revolução Agrícola marcou a transição da agricultura tradicional para a agricultura moderna ou convencional, que é dependente de insumos químicos e causadora de fortes impactos ao meio ambiente (BIANCHINI; MEDAETS, 2013). Embora a produção de alimentos para atender às necessidades da população humana necessite da

agricultura, o modo como ela é executada tem provocado impactos negativos ao meio ambiente, como a destruição dos hábitats de polinizadores, seja por fragmentação excessiva ou pelo uso excessivo e inadequado de agrotóxicos (FREITAS et al., 2009; ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014; NOVAIS et al., 2016).

No Brasil, a intensificação no uso de agrotóxicos ocorreu a partir da "Revolução Verde", período marcado pela modernização da agricultura brasileira, com a utilização de uma tecnologia baseada no uso de sementes de alta produtividade, agroquímicos e motomecanização (BIANCHINI; MEDAETS, 2013). O país assumiu a liderança mundial em consumo de agrotóxicos no ano de 2008 (LONDRES, 2011) e o Rio Grande do Sul ocupa a quarta posição no consumo destes compostos no território brasileiro (IBAMA, 2018), com as regiões norte e noroeste do estado revelando-se como maiores consumidoras (BOMBARDI, 2011; PEREIRA et al., 2014).

Conforme estudos conduzidos em diversas regiões do mundo, alguns agrotóxicos apresentam efeitos negativos sobre as populações de polinizadores, afetando principalmente abelhas (FREITAS; PINHEIRO, 2012). No Brasil, o risco é maior devido à presença de imensas áreas de monocultivos, que utilizam grande quantidade desses compostos, principalmente herbicidas (IBAMA, 2018). Tais compostos afetam as abelhas indiretamente, por destruir plantas espontâneas que representam fontes de forrageamento, refúgio e nidificação, e diretamente, por provocar efeitos como alterações de comportamento, redução na produção de crias e mortalidade (FREITAS; PINHEIRO, 2010).

No entanto, existem formas de cultivo alternativas, baseadas nos princípios da agricultura de base ecológica, como por exemplo, a agricultura orgânica, onde além da substituição dos insumos químicos industrializados pelos insumos de origem orgânica (BIANCHINI; MEDAETS, 2013) se preza pela preservação das relações ecológicas entre os organismos (ALTIERI, 2001). Além disso, o modo de produção é conduzido de maneira a gerar o mínimo de impacto aos ambientes naturais que servem de hábitat aos polinizadores (BORBA-SANTOS, 2009).

Estima-se que o valor da polinização na agricultura represente aproximadamente 10% do valor econômico da produção agrícola mundial (MAUÉS, 2014). Portanto, a polinização é um fator de suma importância a ser considerado no planejamento de cultivos agrícolas, pois agrega valor econômico à produção de frutos e de sementes, por aumentar a quantidade e a qualidade. Para tanto, além de

não usar agrotóxicos, ou usá-los racionalmente, práticas amigáveis podem ser adotadas por agricultores, para manter populações de polinizadores nas proximidades das áreas cultivadas e aumentar os lucros das propriedades rurais. É importante manter fontes de povoamento e condições favoráveis para que esses agentes permaneçam nas redondezas dos plantios (MAUÉS, 2014). Além disso, os produtores podem incluir criação racional e manejo de polinizadores (WITTER; NUNES-SILVA, 2014).

Embora a comunidade científica tenha gerado diversos estudos sobre a importância da conservação de polinizadores para produção de alimentos e preservação da biodiversidade, os principais agentes responsáveis por garantir a permanência destes vetores de pólen nas áreas de cultivo, bem como na natureza, são justamente aqueles vinculados às práticas agrícolas, ou seja, os próprios agricultores. Neste sentido, tendo em vista a relevância da polinização para a produção agrícola e que a região do presente estudo é grande consumidora de agrotóxicos, este trabalho foi desenvolvido para conhecer o que agricultores familiares pensam e sabem sobre polinizadores.

Além disso, segundo Fonseca (2003), faz-se necessário que cada vez mais as pessoas se eduquem "ambientalmente" para tornar a preservação ambiental um movimento continuado, o que ocorre mediante uma maior disseminação da informação. Assim, espera-se que os resultados desse estudo sejam utilizados para promover ações que possam contribuir para promover a conscientização de agricultores familiares para a conservação de polinizadores.

#### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 Objetivo geral

Verificar o conhecimento de agricultores sobre polinizadores e sobre a importância do serviço de polinização para culturas agrícolas.

#### 1.1.2 Objetivos específicos

Identificar os problemas ambientais percebidos pelos agricultores em suas comunidades;

Verificar a percepção dos agricultores sobre aumento ou diminuição das áreas de cultivo e naturais;

Verificar a frequência de utilização de insumos químicos entre agricultores convencionais;

Averiguar se os agricultores consideram polinizadores importantes, a que atribuem a importância, e se os consideram importantes para as culturas que produzem;

Verificar o conhecimento dos agricultores quanto à importância das plantas espontâneas para polinizadores;

Verificar a percepção dos agricultores sobre aumento ou diminuição das populações de abelhas e respectivas causas;

Averiguar se os agricultores reconhecem dentre as práticas agrícolas, as consideradas negativas ou positivas para polinizadores.

#### 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 POLINIZAÇÃO

A polinização consiste na transferência de grãos de pólen das anteras para o estigma de uma mesma flor (autopolinização) ou entre flores diferentes do mesmo indivíduo (geitonogamia) ou, ainda, entre flores de indivíduos diferentes (polinização cruzada) (RECH et al., 2014, CARDOSO et al., 2018). É um processo que antecede a fecundação e garante a reprodução sexuada das espécies de espermatófitas (ENDRESS, 1994; OLIVEIRA; MARUYAMA, 2014).

A autopolinização e a geitonogamia podem reduzir o vigor e a saúde da planta e gerar menor número de descendentes, produzir poucos frutos, frutos menores ou deformados (WILCOCK; NEILAND, 2002; WITTER et al., 2014). Por outro lado, a polinização cruzada aumenta a variabilidade genética através do fluxo gênico entre indivíduos distintos (MCGREGOR, 1976; WILCOCK; NEILAND, 2002; OLIVEIRA; MARUYAMA, 2014).

Por sua natureza estática, as plantas são organismos que não podem se deslocar em busca de parceiros sexuais, tornando-as dependentes de vetores abióticos e bióticos que promovam a polinização (OLIVEIRA; MARUYAMA, 2014; OLLERTON, 2017).

#### 2.1.1 Polinização abiótica

Na polinização abiótica o transporte do pólen ocorre através de um meio fluido, que pode ser o ar (vento) ou a água (RECH et al, 2014), ou ainda por meio da ação da gravidade (WITTER et al, 2014). Por algum tempo, acreditava-se que neste tipo de polinização havia desperdício de pólen, pelo fato de a transferência de pólen não ser direcional, representando um processo de polinização pouco efetivo (FAEGRI; van der PIJL, 1979). No entanto, estudos mais recentes evidenciam a efetividade da polinização abiótica, presente em cerca de 20% das famílias de angiospermas e na maioria das gimnospermas (RECH et al., 2014 apud ACKERMAN, 2000).

A polinização pelo vento (anemofilia) ocorre em cerca de 10% das espécies de angiospermas (RECH et al., 2014) e acontece em muitas plantas cultivadas de

grande importância mundial, como trigo, arroz, milho, centeio, cevada, aveia, pinheiros, nogueiras (WITTER et al., 2014), entre outras. Para aumentar a eficácia do vento como agente transportador de pólen, as plantas anemófilas apresentam características que tornam esse processo mais eficiente, como flores reduzidas e agrupadas em inflorescências, filetes longos, grande quantidade de pólen, grãos de pólen relativamente pequenos, leves e secos, estigmas plumosos e com ampla superfície e pequeno número de óvulos (RECH et al., 2014; CULLEY et al., 2002). Muitas espécies anemófilas possuem as funções reprodutivas femininas e masculinas separadas (RECH et al., 2014), favorecendo a polinização cruzada.

A polinização pela água (hidrofilia) é relatada em 3% das famílias de angiospermas (RECH et al., 2014). Espécies que possuem a água como vetor de pólen, geralmente possuem flores com estruturas reprodutivas femininas e masculinas separadas, como na anemofilia, além de possuírem características morfológicas e funcionais adaptativas para facilitar o transporte e a captura do pólen e que incluem: estigmas expostos, grandes, rígidos e por vezes bífidos; pólen mais alongado, hidrodinâmico, com exina reduzida e aberturas profundas; estruturas do perianto reduzidas; e floração sincronizada com as correntes de água (RECH et al., 2014).

#### 2.1.2 Polinização biótica

A polinização biótica é intermediada por vetores animais e denominada de zoofilia (RECH et al., 2014). Estima-se que possam existir cerca de 350 mil espécies de polinizadores atuando como vetores de pólen para cerca de 352 mil espécies de plantas com flores e, que um em cada 10 animais terrestres do planeta, sejam polinizadores (OLLERTON, 2017). Esses vetores podem ser representados por pequenos vertebrados, como aves, morcegos, mamíferos e répteis; e invertebrados, tais como moscas, mariposas, borboletas, besouros, formigas, vespas e principalmente abelhas (WITTER et al., 2014; GARIBALDI et al., 2015; BRASIL, 2017).

Os agentes polinizadores mais abundantes e eficientes na natureza são os insetos, e, dentre estes, as abelhas são o grupo que polinizam o maior número de espécies de plantas (KEARNS et al., 1998; WITTER et al., 2014; OLLERTON, 2017). Existem estimativas de que, aproximadamente, 73% das espécies vegetais

cultivadas no mundo sejam polinizadas por abelhas, 19% por moscas, 6,5% por morcegos, 5% por vespas, 5% por besouros, 4% por pássaros e 4% por borboletas e mariposas (FAO, 2004). A eficiência das abelhas como polinizadores deve-se à diversidade morfológica e comportamental dos diferentes grupos e à dependência por recursos florais, tanto para adultos quanto para larvas (PINHEIRO et al., 2014; OLLERTON, 2017), demandando visitas a um grande número de flores diariamente para a suprir as necessidades alimentares individuais, das crias e da colônia (WITTER et al., 2014). Essas características tornam as abelhas os principais, ou exclusivos, polinizadores da maioria das espécies de angiospermas (PINHEIRO et al., 2014). As flores polinizadas por abelhas apresentam características particulares, como antese diurna, presença de odor e de plataforma de pouso, predomínio de cor azul, amarela ou púrpura e presença de guias de recursos florais (PINHEIRO et al, 2014). Existem estimativas de 25 a 30 mil espécies de abelhas no mundo (MICHENER, 2007), cerca de 20 mil espécies são conhecidas (CUNHA et al., 2014) e 1.678 espécies descritas ocorrem no Brasil (FREITAS et al., 2009).

As moscas (dípteros) são o segundo grupo mais importante entre os insetos polinizadores e o quarto grupo de insetos polinizadores em termos de espécies (NADIA; MACHADO, 2014; OLLERTON, 2017). Espécies polinizadas por moscas podem apresentar flores sem especialização fenotípica ou flores fenotipicamente especializadas (OLLERTON et al., 2007). No sistema de polinização não especializado as flores apresentam antese diurna, são pequenas, actinomorfas, geralmente abertas ou com tubo floral curto, verticilos reprodutivos expostos, apresentam cores claras e sem brilho (branca, creme ou amarelo-esverdeada), pequena quantidade de néctar e de fácil acesso (podendo haver guias de néctar), além de exalar odor suave e adocicado ou não possuir odor perceptível (FAEGRI; van der PIJL, 1979). A polinização por engodo ocorre no sistema de polinização especializado, onde as flores podem apresentar forma de taça ou flores tubulosas com perianto modificado formando armadilha (NADIA; MACHADO, 2014). Flores zigomorfas, com tubo floral alongado, cores vivas e guias de néctar aparentes, são polinizadas por moscas de probóscide longa, uma especialização para tomar néctar em tubos florais compridos (NADIA; MACHADO, 2014).

As vespas pertencem à mesma ordem das abelhas (himenóptera), mas, além de serem consideradas agentes polinizadores menos eficientes, apresentam menor número de espécies consideradas como polinizadores (PEREIRA, 2014). Algumas

espécies de plantas oferecem recursos florais para vespas, como néctar e pólen. Nas que oferecem néctar, as flores apresentam coloração pálida-esverdeada ou branco-acastanhado, manchas vermelhas, cheiro agridoce e néctar exposto (SHUTTLEWORTH; JOHNSON, 2012). Já as flores de plantas que oferecem pólen como recurso, apresentam características gerais, entre elas, antese diurna, coloração clara, odor açucarado, forma tubular e néctar diluído e oculto (GESS, 1996 apud PEREIRA, 2014).

Os besouros (coleópteros) constituem o mais abundante grupo entre os insetos, com cerca de 350 mil espécies, aproximadamente 42% das espécies de insetos catalogadas (PAULINO-NETO, 2014) e são o segundo grupo de polinizadores mais diversificado (OLLERTON, 2017). Dentre essa grande diversidade de espécies de besouros encontram-se inúmeras espécies que promovem а transferência de pólen entre plantas, viabilizando, quase exclusivamente, a polinização de mais de 180 espécies de angiospermas. Grande parte das flores polinizadas por besouros apresentam antese ao entardecer ou no início da noite, a maioria apresenta câmara floral e termogênese, grande produção de pólen, comumente emitem odores e apresentam partes florais nutritivas e comestíveis (PAULINO-NETO, 2014).

O grupo dos lepidópteros é o grupo mais diversificado de polinizadores e estima-se que mais de 140 mil espécies visitem flores (OLLERTON, 2017). As borboletas são consideradas polinizadores exclusivos de muitas espécies de plantas, sendo comum a existência de adaptações nas características florais, como morfologia tubular, plataforma de pouso ou reunião de flores em inflorescências compactas (FAEGRI; van der PIJL, 1979). Já as flores polinizadas por mariposas, especialmente esfingídeos, geralmente são grandes, tubulares, pendentes ou dispostas horizontalmente, apresentando antese noturna, coloração pálida, néctar rico em sacarose e odor floral forte e adocicado (FAEGRI; van der PIJL, 1979; SILVA; SAZIMA, 1995).

Além da polinização realizada por invertebrados, existe a polinização feita por animais vertebrados (FISCHER et al, 2014). Dentre os vertebrados, as aves (ornitofila), especialmente beija-flores, e os morcegos (quiropterofilia) recebem destaque como agentes polinizadores (FISCHER et al, 2014). A polinização por mamíferos não voadores (marsupiais, primatas e roedores) e lagartos é menos comum (FISCHER et al, 2014).

# 2.2 IMPORTÂNCIA DA POLINIZAÇÃO

A polinização é considerada um importante serviço ecossistêmico (KLEIJN, 2016), essencial à manutenção da biodiversidade e equilíbrio ecológico em áreas naturais (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010). A polinização biótica, como um serviço responsável pela regulação dos ecossistemas (IPBES, 2016), aparece ao lado de outros importantes serviços ecossistêmicos, tais como, o controle biológico, a ciclagem de nutrientes e a formação do solo (ANDRADE; ROMEIRO, 2009; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010). Estima-se que existam, atualmente, cerca de 352.000 espécies de angiospermas (plantas com flores) e que 87,5% delas dependam de agentes polinizadores para se reproduzirem (OLLERTON et al., 2011), incluindo plantas silvestres e espécies de culturas agrícolas que alimentam a humanidade (DAYLI, 1997; GALLAI et al., 2009).

Ecossistemas agrícolas, com culturas utilizadas na alimentação humana, beneficiam-se amplamente dos serviços prestados por polinizadores (GARIBALDI et al., 2015). Essas culturas, que abrangem muitas frutas, verduras e sementes, incluem alimentos que fornecem a maior parte dos micronutrientes, minerais e vitaminas da dieta humana (GARIBALDI et al., 2015), além de contribuir para produção da proteína animal, a qual indiretamente provém de plantas beneficiadas pelos polinizadores (MAUÉS, 2014). Segundo Klein et al. (2007), aproximadamente 75% das culturas de importância mundial dependem da polinização animal, sendo os insetos, especialmente abelhas, os principais agentes polinizadores. Conforme dados da FAO (Food and Agricultural Organization), 33% da alimentação humana provém de plantas que necessitam de polinização por animais e, na maioria das vezes, as abelhas são os principais polinizadores destas plantas.

A constatação da diminuição das populações de polinizadores em alguns países do Hemisfério Norte (POTTS et al., 2010) determinou o início da avaliação econômica para a polinização agrícola mundial realizada por insetos (MAUÉS, 2014). Essa avaliação estimou valores estratosféricos aos serviços prestados pelos polinizadores, em números que chegam a cifras de 153 bilhões de euros por ano, ou 9,5% de toda produção agrícola mundial (MAUÉS, 2014; GALLAI et al., 2009). Em estudos que consideram o valor da carne bovina e dos produtos lácteos derivados da alimentação bovina com leguminosas forrageiras dependentes de polinização, esses valores chegam a 200 bilhões de euros (GALLAI et al., 2009).

No Brasil, culturas que dependem em algum grau de polinização animal geram renda de cerca de US\$ 45 bilhões/ano e a contribuição dos polinizadores corresponde a US\$ 12 bilhões/ano, ou seja, 30% da produção total (GIANNINI et al., 2015). A cultura da soja (*Glycine max*) contribui com, aproximadamente, metade da geração de renda anual, US\$ 22 bilhões/ano, e deve US\$ 5,7 bilhões de sua produção à contribuição dos polinizadores. Além da soja, as outras cinco culturas agrícolas com os maiores valores de produção, beneficiadas pela contribuição dos polinizadores, são: café (*Coffea arabica* e *C. canephora*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), algodão (*Gossypium hirsutum*), cacau (*Theobroma cacao*) e laranja (*Citrus aurantium* e *C. sinensis*) (GIANNINI et al., 2015). Apenas oito culturas dependentes de polinizadores representam US\$ 9,3 bilhões em exportações (FREITAS; IMPERATRIZ-FONSECA, 2005).

Nas últimas cinco décadas, estudos demonstraram que o volume de produção de culturas dependentes de polinizadores aumentou em 300% e que a produção de várias culturas diminui quando os polinizadores declinam, apresentando menor crescimento e rendimento, tornando os meios de subsistência cada vez mais dependentes dos serviços de polinização (IPBES, 2016).

No Brasil, 60% das 141 espécies de plantas cultivadas para serem utilizadas na alimentação humana, produção animal, biodiesel e fibras, dependem em certo grau da polinização animal (GIANNINI et al., 2015). Além disso, um estudo realizado por Novais et al. (2016) indicou que 60% dos alimentos consumidos pelos brasileiros (em gramas per capita) derivam de culturas dependentes de polinizadores e representam a soma dos produtos derivados de 21 das 53 culturas mais produzidas no país.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda uma ingestão diária de 400g/pessoa de frutas, vegetais e verduras para uma dieta nutricional saudável (WHO, 1990). Micronutrientes importantes para a dieta humana, como vitaminas A e C, cálcio e ácido fólico, são muitas vezes provenientes de culturas dependentes de polinizadores (GIANNINI et al., 2017). Considerando que a maioria das culturas agrícolas mais consumidas pelas populações urbanas e rurais no Brasil depende de polinizadores, uma possível redução desses agentes ameaçaria a segurança nutricional dos brasileiros (NOVAIS et al., 2016).

Por tudo isto, os polinizadores proporcionam inúmeros benefícios para as populações humanas, principalmente a produção e fornecimento diversificado de

sementes e frutas, além do aumento no rendimento e na qualidade da produção (POTTS et al., 2016). Mesmo em plantas que não dependem totalmente dos polinizadores, a presença desses proporciona aumento na qualidade dos frutos e sementes (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014). Dessa forma, o serviço ecossistêmico da polinização, prestado gratuitamente pelos polinizadores, é essencial para a manutenção dos recursos naturais, bem como para assegurar a diversidade alimentar da humanidade (DAYLI, 1997).

#### 2.3 AMEAÇAS AOS POLINIZADORES

A prática da agricultura intensiva, aliada ao uso de fertilizantes, irrigação e pesticidas, aumentou substancialmente a produção de alimentos nas últimas décadas (MATSON et al., 1997), porém, causou prejuízos ambientais como, por exemplo, a fragmentação e destruição de hábitats naturais, que é considerada uma das principais causas do declínio nas populações de polinizadores em todo o mundo (WINFREE et al., 2009; POTTS et al., 2010; ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014; NOVAIS et al., 2016). Além disso, os polinizadores vêm sofrendo outras ameaças como as mudanças climáticas, as infestações de pragas e as doenças causadas por patógenos (FREITAS et al., 2009; WINFREE et al., 2009).

A degradação da qualidade dos hábitats naturais pode reduzir fontes de recursos alimentares e locais para a construção de ninhos, inviabilizando os ciclos de vida dos polinizadores e provocando perdas na biodiversidade local (HAGEN et al., 2012). As práticas agrícolas como aragem da terra, compactação do solo, remoção de barrancos, galhos e troncos, podem afetar polinizadores como as abelhas, por exemplo, que utilizam tais recursos para nidificar (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014).

A remoção de plantas espontâneas afeta negativamente os polinizadores, pois estas também são utilizadas como fonte de recursos alimentares (WINFREE et al., 2009; FERREIRA et al., 2013; WITTER et al, 2014). Além disso, a substituição da vegetação natural por monoculturas diminui a oferta da diversidade floral, limitando o provisionamento de recursos alimentares requeridos por polinizadores ao longo das estações (BLAAUW; ISAACS, 2014).

A introdução de organismos exóticos pode afetar direta ou indiretamente as espécies nativas de polinizadores, competindo por alimentos, transmitindo doenças

e novos patógenos ou até destruindo seus ninhos (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014). *Bombus terrestris*, por exemplo, pode invadir o território do Brasil e vir a competir por recursos com polinizadores nativos (SARAIVA et al., 2012; FREITAS et al., 2009).

As mudanças climáticas globais provocam variações bruscas na temperatura do ar, na precipitação e nebulosidade, podendo agravar a situação de declínio dos polinizadores (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Por exemplo, temperatura e chuvas influenciam a fenologia da floração e a distribuição geográfica de plantas, podendo afetar negativamente os polinizadores que dependem delas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Em casos mais extremos, as mudanças climáticas podem alterar os ciclos reprodutivos de plantas e abelhas ao ponto de interromper as interações entre as mesmas (MAUÉS, 2014). Dessa forma, alterações climáticas podem afetar o tamanho das populações das espécies polinizadoras, e como consequência, alterar a produção das culturas dependentes da polinização animal (GIANNINI et al., 2017), bem como a reprodução de plantas nativas.

Diversos estudos têm associado o declínio dos polinizadores com o uso inadequado de agrotóxicos, para controle de pragas e doenças (FREITAS; PINHEIRO, 2012). Os pesticidas e fungicidas utilizados na agricultura, como é o caso dos neonicotinoides, inseticida mais usado no mundo (JESCHKE et al, 2011), são altamente tóxicos para abelhas, com efeitos neurológicos que podem provocar danos ao sistema nervoso central, afetar memória e aprendizado, além de comprometer o forrageamento, o desenvolvimento de larvas e aumentar a suscetibilidade das colmeias à doenças (SLUIJS et al, 2013). O herbicida glifosato, amplamente utilizado na agricultura brasileira, pode provocar mudanças comportamentais na abelha *A. mellifera* (HERBERT et al., 2014). Além disso, a aplicação inadequada (sem observar o horário de visitas) e excessiva de agrotóxicos pode, inclusive, provocar a morte dos agentes de polinização, colocando em risco a polinização de plantas cultivadas e plantas silvestres (FREITAS; PINHEIRO, 2012), o que pode provocar prejuízos na balança comercial do agronegócio e provocar perdas na biodiversidade (MAUÉS, 2014).

A divulgação mundial sobre a diminuição dos polinizadores foi iniciada na década de 90, com o livro "The forgotten pollinators", de autoria de Buchmann e Nabhan e desde 2006, a imprensa internacional vem divulgando casos de desaparecimentos de colônias de abelhas Apis mellifera, consideradas como

principais polinizadores para diversas culturas de interesse econômico, chamando a atenção da opinião pública para o fenômeno denominado de *Colony Collapse Disorder* (CCD), ou síndrome do desaparecimento das abelhas (MAUÉS, 2014). A síndrome do CCD é caracterizada pelo desaparecimento repentino de abelhas operárias ou rápida redução do tamanho da colônia, mesmo na presença de alimento, com abandono das crias, porém sem deixar vestígios de abelhas mortas na colmeia ou nas proximidades (GONÇALVES, 2012; FREITAS et al., 2009). Dentre as principais causas associadas ao CCD estão: estresses causados por patógenos, parasitas, baixa variabilidade genética, manejo inadequado das colônias usadas na apicultura migratória, uso de agrotóxicos, má nutrição e a combinação entre estes fatores (MAUÉS, 2014). No Brasil, apesar dos declínios registrados em populações de polinizadores nativos (FERREIRA et al., 2015; DE AGUIAR et al., 2015) e de registros de enfraquecimento e declínio de populações de *A. mellifera* nos estados de São Paulo e Santa Catarina, os estudos existentes são insuficientes para caracterizar o CCD no país (PIRES et al., 2016).

Além disso, após a revisão do Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012), o Brasil adotou políticas opostas às recomendadas e adotadas por outros países (NOVAIS et al.,2016), como, por exemplo, flexibilização na proteção de Áreas de Preservação Permanente (APP), redução de 58% na necessidade de restaurar florestas ilegalmente desmatadas e permissão legal para desmatamento de mais de 88 milhões de hectares ao extinguir total ou parcialmente os espaços protegidos de APP e Reservas Legais nos imóveis rurais (SOARES-FILHO et al., 2014). Assim, o novo código anistiou desmatadores antigos de multas e atitudes de compensação ambiental, excluindo as chances de aumentar os hábitats para as abelhas.

#### 2.4 PRÁTICAS AMIGÁVEIS PARA POLINIZADORES

Devido à grande diversidade de espécies e sua eficiência como polinizadores, as abelhas têm recebido uma atenção mais ampla em estudos do que as demais espécies de polinizadores (EUROPEAN CROP PROTECTION, 2013) e as práticas amigáveis, da mesma forma, são voltadas para este grupo de insetos, considerados os principais polinizadores de angiospermas nativas e cultivadas (POTTS et al., 2010; OLLERTON et al., 2012).

Em áreas cultivadas, a presença de abelhas nas proximidades dos plantios é desejável, e para que isto ocorra, é importante haver fontes de povoamento para esses insetos nas redondezas (MAUÉS, 2014). Assim, a disponibilidade contínua desses polinizadores depende da existência de uma grande variedade de tipos de hábitat necessários para sua alimentação, reprodução e construção de ninhos (BUCHMANN; NAHBAN, 1997). A presença de áreas de vegetação nativa, por exemplo, mantém as abelhas próximas às áreas cultivadas, pois servem como fontes de alimento em épocas que as lavouras não florescem e fornecem áreas de repouso, nidificação e reprodução (GARIBALDI et al., 2011). Para Witter et al. (2014), é necessário buscar soluções para manter uma paisagem amigável aos polinizadores, que forneça alimento, local e material para nidificar. Deste modo, a preservação de polinizadores depende da implementação de práticas amigáveis à manutenção das populações destes animais nos sistemas agrícolas e adjacências (MADER et al., 2010).

Segundo Maués (2014), práticas amigáveis para polinizadores são um conjunto de ações que visam a proteção e/ou que favorecem a permanência dos mesmos em áreas agrícolas, ou no seu entorno, o que é fundamental para manter o sucesso reprodutivo das plantas cultivadas. Entre essas práticas, IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA (2010) e MADER et al. (2010) destacam as seguintes:

- conhecer os polinizadores presentes na propriedade rural e os locais onde eles nidificam;
- evitar o uso de agrotóxicos, especialmente os inseticidas com maior toxicidade às abelhas, dando preferência ao manejo integrado e controle biológico de pragas e doenças;
  - evitar o uso do fogo na limpeza de áreas;
- manter áreas de floresta e vegetação secundária (APPs e reserva legal), bem como plantas espontâneas usadas na alimentação;
- oferecer locais para nidificação das abelhas, como troncos de árvores, blocos de madeira, entrenós de bambu, moirões de cerca, barrancos e árvores de grande porte;
- manter a conectividade das áreas remanescentes de vegetação nativa, para facilitar o fluxo de polinizadores (corredores ecológicos).

Além disso, elementos estruturais das paisagens cultivadas e características típicas do uso agrícola da terra podem oferecer uma variedade de oportunidades de

abrigo, reprodução ou recursos alimentares e representar boas práticas agrícolas para as abelhas (EUROPEAN CROP PROTECTION, 2013). Assim, recomenda-se deixar áreas arenosas, terrenos nus e pedras, rochas e paredes de pedra, adotar o sistema de rotação de culturas agrícolas (que proporciona uma diversidade sazonal de fontes de pólen) e fornecer água em caso de ausência de fontes naturais como córregos ou lagoas. Portanto, a disponibilização de recursos alimentares (principalmente néctar e pólen) e locais para construção dos ninhos são as principais práticas de manejo para tornar as propriedades rurais atrativas às abelhas (WITTER et al., 2014; MAUÉS, 2014).

Além das práticas amigáveis, os produtores podem incluir a criação de abelhas (por exemplo, apicultura e meliponicultura) como uma medida de manejo para aumentar a população desses agentes nas propriedades. O manejo de colmeias de abelhas é a medida mais indicada para aumentar a população de polinizadores nas propriedades (MAUÉS, 2014; ALVES-DOS-SANTOS et al, 2014; HIPÓLITO et al., 2016) e muitas vezes considerada a única solução para garantir a polinização de culturas (CUNHA et al., 2014).

#### 2.5 FORMAS DE AGRICULTURA

A agricultura vem sendo praticada pela humanidade há mais de 10 mil anos (LONDRES, 2011) e vem provocando profundas modificações na maior parte dos ecossistemas do planeta (MAZOYER; ROUDART, 1998). A passagem do modo de subsistência de caça para a agricultura, com o aceleramento da exploração do meio ambiente pelas atividades humanas, foi chamada Revolução Neolítica (CHILDE, 1996) e desenvolveu-se entre 8000 e 5000 anos a. C., período marcado por intenso crescimento populacional e desenvolvimento humano, possibilitando um aumento da população da Terra em 100 vezes, baseados na alta produtividade alimentar (AZEVEDO, 2012). Desde então, os ecossistemas naturais originais vêm sendo modificados pela introdução e desenvolvimento de espécies animais domesticadas e vegetais cultivadas pelo homem (MAZOYER; ROUDART, 1998).

No final deste período até a Revolução Industrial do século XIX, a população aumentou dez vezes e as grandes mudanças nas práticas agrícolas culminaram na chamada primeira Revolução Agrícola, período caracterizado por uma série de transformações no sistema agropecuário, impulsionadas pela necessidade de

intensificação na produção de alimentos para atender a demanda da crescente população urbana da época (AZEVEDO, 2012). A segunda Revolução Agrícola, também chamada Revolução Verde, ocorreu na década de 1950, período em que ocorreu a modernização da agricultura, baseado em avanços tecnológicos e descobertas científicas (KARAM et al, 2014), originando denominações como modelo industrial agrícola, sistema agroalimentar moderno ou agropecuária e agricultura convencional (AZEVEDO, 2012).

O crescimento populacional e a fome, que assolava boa parte da população mundial no período pós-guerra, aumentou a demanda mundial por alimentos e impulsionou avanços no conhecimento e desenvolvimento de tecnologias para o aumento da produção agrícola (LONDRES, 2011). A modernização agrícola veio acompanhada da especialização e melhoramento genético animal e vegetal, mecanização, motorização, industrialização e utilização de fertilizantes químicos, gerando ganhos enormes em produtividade (SANTILLI, 2009), mas ao mesmo tempo, gerando altos custos sociais, ambientais e de saúde pública (LONDRES, 2011). Assim, o avanço tecnológico que permitiu a modernização da agricultura fez surgir também a preocupação com a degradação ambiental provocada pela intensificação agrícola convencional (TILMAN et al., 2001). A transição dos modelos atuais de agricultura convencional, baseados em intenso uso de agroquímicos, para estilos de agriculturas sustentáveis e de base ecológica, perpassa pelos princípios, conceitos e metodologias da Agroecologia, a qual constitui um campo do conhecimento científico que norteia e embasa as diversas formas de agricultura alternativa, como, por exemplo, a agricultura orgânica (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

#### 2.5.1 Agricultura convencional

Surgida na década de 1950, com o advento da chamada "Revolução Verde", a agricultura convencional permitiu um aumento substancial na produção agrícola mundial e na expansão das fronteiras agrícolas, principalmente pelo estímulo ao uso intensivo de insumos agrícolas (fertilizantes, pesticidas, máquinas) e ao uso de culturas modificadas (LONDRES, 2011; KARAM et al., 2014; HIPÓLITO et al., 2018).

O modelo agrícola convencional, baseado em sistemas de monoculturas altamente mecanizados, permitiu o aumento na produção de alimentos, mas

também é causador de grandes perdas na biodiversidade global (HIPÓLITO et al., 2018). Esse modelo é dependente da aplicação de adubos químicos industrializados e agrotóxicos (SANTILLI, 2009) e as altas entradas químicas de pesticidas e nitrogênio, utilizados para garantir alto rendimento em fazendas convencionais, levam a efeitos secundários como a poluição do solo e da água (POTTS et al., 2010), contaminando toda cadeia alimentar e provocando efeitos em todos os seres vivos. Portanto, torna-se necessária a busca por alternativas para produção de alimentos que gerem menores danos ambientais, garantam os rendimentos das culturas e que atendam a crescente demanda por alimentos da população mundial (HIPÓLITO et al., 2018).

#### 2.5.2 Agricultura orgânica

O modelo de agricultura convencional, reconhecidamente dependente de recursos naturais não renováveis, parece ser insustentável no tempo, além de resultar em inúmeros problemas socioambientais (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). Como possibilidade sustentável, nas décadas de 70 e 80, surgiram movimentos em torno de formas não industriais de agricultura, dando origem ao termo "agricultura alternativa" (FONSECA, 2009), advindos da tentativa de substituir o estilo convencional de agricultura por modelos menos agressivos ao meio ambiente, capazes de proteger os recursos naturais e que fossem duráveis no tempo (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). Neste contexto, surge a Agroecologia, ciência que estuda a atividade agrária sob uma perspectiva ecológica baseada em conhecimentos teóricos e metodológicos produzidos por diversas disciplinas científicas e também os conhecimentos e experiências dos próprios agricultores, o que permite, através de um enfoque sistêmico, a adoção do agroecossistema como unidade de estudo (ALTIERI, 2001).

No Brasil, as primeiras iniciativas de produção e comercialização de produtos orgânicos ocorreram em 1978 (FONSECA, 2009). Conforme a legislação brasileira vigente, o sistema orgânico de produção agropecuária e industrial abrange vários tipos de agricultura, tais como, ecológica, biodinâmica, natural, biológica, agroecológica, permacultura e extrativismo sustentável orgânico (BRASIL, 2007a).

Em 1994, iniciou-se uma discussão entre a sociedade civil organizada e o poder executivo, resultando na regulamentação da agricultura orgânica brasileira,

que foi oficialmente reconhecida em 1999, com a publicação da Instrução Normativa nº 007/99, do MAPA (BRASIL, 1999). Em 23 de Dezembro de 2003, foi publicada a Lei Federal 10.831, definindo e estabelecendo condições obrigatórias para a produção e a comercialização de produtos da agricultura orgânica. De acordo com essa lei, que dispõe sobre a agricultura orgânica e rege sobre processos de produção, industrialização, armazenamento, transporte e comercialização, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária:

Todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003, Art. 1º).

Além disso, foi instituída no país, a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), através do Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012, advinda da preocupação com os dramas socioambientais provocados pelo crescente uso de agrotóxicos na agricultura convencional e marcados especialmente pela degradação da saúde e da qualidade de vida da população, especialmente das famílias rurais.

Todas as formas de agricultura do sistema orgânico de produção agropecuária e industrial baseiam-se no sistema de produção sustentável, promovendo o manejo e a proteção dos recursos naturais e a diversidade biológica e evitando a utilização de produtos químicos (PENTEADO, 2001; FERREIRA, 2008; HESPANHOL, 2008). A agricultura orgânica baseia-se em princípios ecológicos e busca utilizar de forma racional os recursos naturais, através da prática de não utilização de fertilizantes sintéticos e pesticidas (PENTEADO, 2001; ALTIERI; NICHOLLS, 2003), alicerçada na manutenção do solo e da sanidade geral da planta adubação orgânica, diversificação através da rotação culturas (HAMERSCHMIDT et al., 2000). Mostra-se assim como uma grande aliada na preservação e manutenção de polinizadores, justamente por preservar seu hábitat natural e evitar o uso de agrotóxicos (BORBA-SANTOS, 2009).

Apesar do custo mais elevado em comparação aos produtos convencionais, atualmente observa-se uma tendência na utilização de produtos orgânicos pelos consumidores brasileiros como resposta à demanda da sociedade por produtos mais seguros e saudáveis, produzidos com respeito à preservação ambiental e aos aspectos sociais dos atores envolvidos (BORBA-SANTOS, 2009; AZEVEDO, 2012; BIANCHINI; MEDAETS, 2013).

O Brasil possui mais de 17 mil propriedades orgânicas certificadas, destas mais de 3,5 mil estão no Rio Grande do Sul (CNPO/MAPA, 2017) e cerca de 75% das propriedades certificadas ou em processo de transição no país, pertencem a agricultores familiares (AZEVEDO, 2012).

#### 2.5.3 Agricultura familiar

De acordo com a Lei Federal nº 11.326, de 24 de Julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, considera-se agricultor familiar o empreendedor familiar rural que pratica atividades no meio rural e que, simultaneamente, atenda os seguintes requisitos:

I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; e IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família. (BRASIL, 2006, Art. 3°).

Conforme o censo agropecuário de 2006, a agricultura familiar inclui 77% da mão-de-obra ocupada na agricultura brasileira (IBGE, 2006). No Rio Grande do Sul, as propriedades familiares respondiam, em 2006, por 80,5% das pessoas ocupadas na agropecuária. Hoffmann (2014), citando alguns exemplos da produção da agricultura familiar em 2006 no Brasil, descreve que esta foi responsável por produzir 33% do arroz em casca, 69,6% do feijão (incluindo todas as variedades), 83% da mandioca, 45,6% do milho em grão, 14% da soja, 21% do trigo e 38% do café em grão.

As regiões Fronteira Noroeste e Missões do estado abrangem um conjunto de 45 municípios, sendo a média do tamanho das propriedades de 29,85 ha (IBGE, 2006), evidenciando o predomínio de pequenas propriedades e caracterizando a agricultura familiar como predominante nos estabelecimentos agropecuários da região (MINETTO, 2016). O estado do Rio Grande do Sul possui uma expressiva diversidade de cultivos agrícolas, predominantemente conduzidos pela agricultura de base familiar (IBGE, 2006; CAMARGO et al., 2016).

#### 2.6 AGROTÓXICOS NA AGRICULTURA E EFEITOS SOBRE POLINIZADORES

A "Revolução Verde" foi caracterizada por avanços no conhecimento e desenvolvimento de tecnologias para o aumento de produção agrícola, impulsionando o uso intensivo de agrotóxicos para controle de pragas e doenças das lavouras (LONDRES, 2011). A modernização da agricultura foi alavancada pela difusão de pacotes tecnológicos que incluíam variedades de plantas altamente produtivas, máquinas e equipamentos especializados, insumos e pesticidas químicos (MELLER et al., 2007).

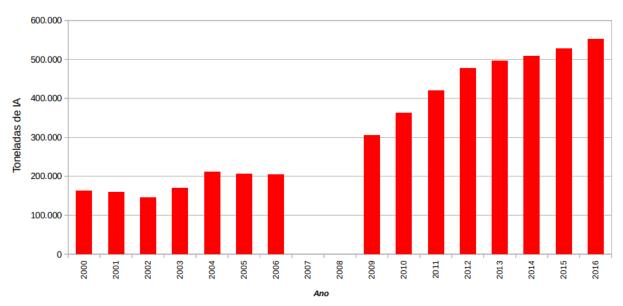
A Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, rege sobre o processo de registro de um produto agrotóxico. Essa Lei é regulamentada pelo Decreto nº 4.074, de 8 de janeiro de 2002 e define Agrotóxicos e afins como:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento (Brasil, 1989, Art. 2º, incio I).

Os agrotóxicos também podem ser chamados de pesticidas, praguicidas, remédios de planta, biocidas e fitossanitários (PERES et al., 2003). O agrotóxico age através de um ingrediente ativo (IA) presente na sua composição e que incide sobre a atividade biológica normal dos seres vivos sensíveis a este ingrediente (PELAEZ et al., 2010).

Em 2008, o Brasil alcançou a posição de maior consumidor mundial de venenos (BOMBARDI, 2011; LONDRES, 2011), título obtido devido à grande quantidade de herbicidas, utilizados principalmente nas lavouras de soja (CARNEIRO et al., 2015). No AGROFIT/MAPA (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) encontram-se registrados mais de 380 IA para uso agrícola, vinculados a aproximadamente 1.722 marcas comerciais de agrotóxicos para comercialização (KARAM et al, 2014). Dentre os agrotóxicos comercializados encontram-se substâncias químicas que são classificados de acordo com o tipo de praga que controlam e com o grupo químico a que pertencem, conforme segue: inseticidas (controlam insetos), fungicidas (combatem fungos), herbicidas (combatem plantas invasoras), desfoliantes (combatem folhas indesejadas), fumigantes (combatem bactérias do solo), nematicidas (combatem nematóideos), acaricidas (combatem ácaros), rodenticidas/raticidas (combatem roedores/ratos), moluscidas (combatem moluscos), formicidas (combatem formigas), reguladores e inibidores de crescimento (PERES et al., 2003; PELAEZ et al., 2010). Além destes, existem os Agentes Biológicos de Controle, como por exemplo, Cotésia flavipes, Cryptolaemus montrouzieri, Neoseiulus californicus, Phytoseiulus macropilis, Trichograma galloi, Trichogramma pretiosum e Stratiolaelaps scimitus (IBAMA, 2018). A comercialização destes produtos deveria ser menos burocrática, pois contribuem com a preservação dos polinizadores.

Segundo dados do IBAMA (2018), as vendas de agrotóxicos e afins no Brasil triplicaram no período de 2000 a 2016 (Figura 1). Em 2016 foram comercializadas 541,86 mil toneladas de ingredientes ativos, sendo que os produtos formulados de uso exclusivo como herbicida representaram 59,56% das vendas dos produtos comerciais, seguidos pelos fungicidas (12,22%) e pelos inseticidas (8,68%) (IBAMA, 2018). Dos 10 ingredientes ativos de agrotóxicos mais vendidos em 2016, o glifosato foi o mais comercializado no país (185,60 mil ton.), seguido do 2,4-D (53,37 mil ton.) e do mancozebe (33,23 mil ton.). O glifosato é utilizado principalmente em culturas transgênicas e o aumento em sua utilização nos últimos anos vem acompanhando a difusão da soja transgênica no país (BENBROOK, 2016).

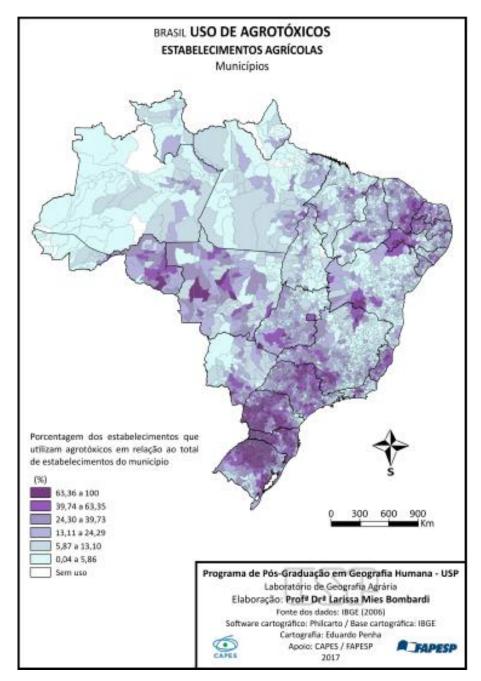


Fonte: IBAMA, 2018.

Nota: Os dados referentes aos anos de 2007 e 2008 não foram sistematizados pelo IBAMA.

Figura 1 – Consumo de agrotóxicos e afins no Brasil (2000 - 2016).

O Rio Grande do Sul é o quarto maior consumidor de agrotóxicos e afins do Brasil, perdendo somente para os estados de Mato Grosso (1º), São Paulo (2º) e Paraná (3º) (IBAMA, 2018). Na Figura 2 pode ser verificada a porcentagem de estabelecimentos rurais que utilizam agrotóxicos no território brasileiro, com destaque de maiores porcentagens de utilização nos estados do Sul do país (BOMBARDI, 2017). Nesta figura observa-se a utilização nos municípios riograndenses, destacando-se a metade norte do estado, onde predomina o chamado agronegócio, acompanhado do maior consumo de agrotóxicos (BOMBARDI, 2017).



Fonte: Bombardi, 2017.

Figura 2 – Porcentagem de estabelecimentos agrícolas que utilizam agrotóxicos em municípios brasileiros.

Segundo o relatório sobre o uso de agrotóxicos por bacia hidrográfica, divulgado pelo Centro de Vigilância em Saúde da Secretaria da Saúde (CEVS/SES) do Estado, destaca-se a região noroeste do Estado como sendo uma das que mais faz uso desses compostos químicos (CEVS/SES, 2010). O glifosato é o composto mais amplamente utilizado para diversas culturas produzidas no Rio Grande do Sul

(CEVS/SES, 2010), sendo que no ano de 2016, a sua comercialização representou 38,1% do total de vendas de ingredientes ativos neste estado, seguido por mancozebe (11,2%) e 2,4-D (9,4%) (IBAMA, 2018).

Os agrotóxicos comercializados no Brasil provocam efeitos letais e subletais sobre insetos polinizadores (MALASPINA et al., 2008; FREITAS; PINHEIRO, 2012). Desneux et al. (2007), descrevem como efeitos subletais dos pesticidas, a diminuição nas taxas de desenvolvimento e aumento nas taxas de malformações em larvas, alterações na orientação espacial, diminuição na aptidão para o reconhecimento floral e retorno ao ninho, e como letais, a morte de adultos e de imaturos por envenenamento.

Os herbicidas, amplamente utilizados, principalmente nas extensas áreas com monocultivos, como soja, milho e pastagens (IBAMA, 2018), têm como efeito direto a mortalidade e redução na produção de crias (FREITAS; PINHEIRO, 2010). Os fungicidas aplicados nas plantas são frequentemente encontrados em pólen e cera (MULLIN et al., 2010). Colônias expostas a níveis subletais de fungicida apresentam diminuição no número de crias, enfraquecimento da colônia e aumento de infestação por vírus, que juntos podem levar à perda da colônia (ZHU et al., 2014). Os inseticidas foram desenvolvidos com o objetivo de eliminar ou repelir insetos-pragas, porém, acabam exterminando também outros insetos, como polinizadores ou predadores naturais de insetos-pragas, podendo afetar cadeias alimentares em diferentes níveis tróficos, uma vez que atuam direta ou indiretamente sobre formas adultas ou imaturas dos insetos (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014). Os inseticidas amplamente utilizados em agroecossistemas, podem ocasionar desequilíbrios em populações de abelhas, provocando efeitos de toxicidade aguda ou alterações indivíduos, prejudicando a manutenção da comportamentais nos (MALASPINA et al., 2008). Inseticidas aplicados na fase de floração das plantas podem contaminar o néctar e o pólen (OLDROYD, 2007; DAVID et al., 2016). Os neonicotinóides são o principal grupo de inseticidas lançado nas últimas três décadas, e provavelmente seu representante mais utilizado no mundo para o controle de pragas seja o imidacloprido, registrado no Brasil para um grande número de culturas (FREITAS; PINHEIRO, 2010). Os neonicotinóides apresentam ação neurotóxica, podendo afetar a mobilidade das abelhas, causar tremores, movimentos descoordenados e hiperatividade (BLAQUIÈRE et al., 2012). No Brasil, uma grande preocupação é em relação aos inseticidas aplicados por aeronaves sobre as grandes extensões de monoculturas, deixando em risco a diversidade de abelhas nativas, das quais muitas espécies têm se mostrado mais sensíveis do que a *Apis mellifera*, aos diferentes ingredientes ativos (PIRES et al., 2016). Destaca-se que 30% a 70% dos agroquímicos aplicados atingem áreas fora da lavoura (LONDRES, 2011), aumentando a exposição de polinizadores a múltiplos pesticidas (MULLIN et al., 2010).

Estudos conduzidos no Brasil vêm demonstrando a toxicidade de agrotóxicos para abelhas. Carvalho et al. (2009) avaliaram a toxicidade para abelhas africanizadas em testes de pulverização, ingestão de dieta contaminada e de exposição a superfícies tratadas com acaricidas/inseticidas empregados na citricultura. Os autores concluíram que, dentre os produtos químicos avaliados, tiametoxam, metidationa e abamectina foram extremamente tóxicos, deltametrina e propargito foram tóxicos dependendo do modo de exposição avaliado. Em abelhas nativas da espécie *Scaptotrigona aff. depilis*, Rosa et al. (2016) observaram prejuízos significativos nas taxas de sobrevivência de larvas quando expostas à doses de tiametoxam recomendadas para uso em citros no país. Oliveira et al. (2014) observaram que intoxicação com doses subletais de tiametoxam causa alterações morfológicas e histoquímicas no cérebro e no intestino médio da abelha A. mellifera, contribuindo para a redução do tempo de vida desta espécie. Cruz et al. (2010), realizaram um estudo para avaliar as alterações morfológicas induzidas pelo ácido bórico e fipronil no intestino médio das larvas de abelhas operárias de A. mellifera e concluíram que os dois compostos provocaram morte celular no tecido avaliado. Fipronil e ácido bórico são amplamente utilizados como inseticidas no controle de mosquitos, formigas, baratas, entre outros. Roat et al. (2017) encontraram alterações nas principais enzimas responsáveis pela regulação de processos fisiológicos em abelhas africanizadas expostas à doses subletais de fipronil. Segundo os autores, a modulação dessas enzimas pode afetar negativamente a fisiologia e o comportamento de abelhas recém-emergidas e adultas, comprometendo o reconhecimento da posição do ninho, comunicação e orientação de voo, bem como aumentos na suscetibilidade a patógenos. No Rio Grande do Sul, Dorneles et al. (2017) avaliaram a toxicidade dos inseticidas organofosforados clorpirifós e fosmete, amplamente utilizados em cultivos de maçã, indicando que em doses recomendadas para aplicação agrícola, são potencialmente perigosos para abelhas sem ferrão das espécies Scaptotrigona bipunctata e

Tetragonisca fiebrigi, tanto por via tópica como pela ingestão. Soares et al. (2015) e Costa et al. (2016), encontraram alta sensibilidade em espécies de abelhas nativas (Scaptotrigona postica e Melipona scutellaris, respectivamente) ao imidacloprido, após intoxicação tópica e oral.

No Brasil, a maioria das pesquisas que descrevem efeitos de pesticidas sobre populações de polinizadores foram feitas com inseticidas, o que denota uma grande lacuna no conhecimento dos efeitos negativos de outros pesticidas, amplamente comercializados no país. Os herbicidas, por exemplo, têm como efeito indireto para as populações de abelhas a eliminação de espécies de plantas, que representam fontes de recursos alimentares (néctar e pólen) e que também servem como locais de descanso e reprodução (FREITAS; PINHEIRO, 2010).

Portanto, este cenário expõe a necessidade de pesquisas com agricultores que abordem a percepção destes sobre conservação dos hábitats naturais e efeitos nocivos do uso de agrotóxicos sobre os organismos, uma vez que são eles os principais responsáveis em adotar práticas que resultem na preservação dos agentes de polinização.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

# 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

## 3.1.1 Aspectos Ambientais

A área de estudo deste trabalho está inserida nas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul, denominadas de Alto Uruguai e Missões (FORTES, 1959), ambas abrangendo os dois biomas presentes no estado, o Bioma Mata Atlântica e o Bioma Pampa (RIO GRANDE DO SUL, 2016).

O clima de ambas as regiões fisiográficas, segundo classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), é do tipo Cfa (subtropical úmido), com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C, temperatura média no mês mais quente superior a 22°C, com média de precipitação pluvial anual de 1750 mm, sem estação seca definida.

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), as regiões do Alto Uruguai e Missões apresentam predominância de Latossolo Roxo, com textura argilosa, caracterizado por apresentar perfil profundo com coloração tipicamente avermelhada escura, originário do basalto da formação da Serra Geral, qualificados como solos de boa potencialidade agrícola.

A região fisiográfica Alto Uruguai situa-se entre o Rio Uruguai e o Rio Ijuí, na parte meridional do Rio Grande do Sul. A vegetação predominante é composta pela Floresta Estacional Decidual, além de Áreas de Tensão Ecológica (IBGE, 2012). A região fisiográfica Missões situa-se entre os rios Ibicuí, Uruguai e Ijuí. A vegetação predominante na região é caracterizada pela Floresta Estacional Decidual, ocorrendo também Savana Estépica e Áreas de Tensão Ecológica (IBGE, 2012).

#### 3.1.2 Aspectos Socioeconômicos

O estudo foi realizado com produtores de agricultura familiar cujas propriedades estão localizadas em municípios da região do COREDE Fronteira Noroeste e região do COREDE Missões (Figura 3).

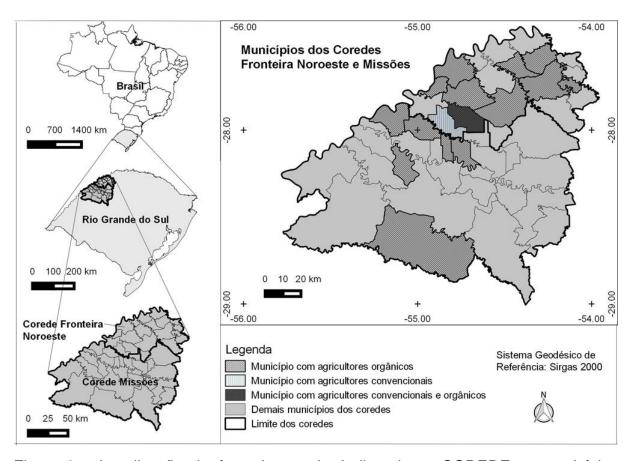


Figura 3 – Localização da área de estudo, indicando os COREDEs e municípios onde o estudo foi desenvolvido.

O estado do Rio Grande do Sul possui 28 Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDEs) (RIO GRANDE DO SUL, 2015).

A região do COREDE Fronteira Noroeste abrange 20 municípios (Figura 3), apresentando área territorial total, em 2015, de 4.689,0 Km² (FEE, 2018). A população total em 2016 era de 210.564 habitantes e densidade demográfica, em 2013, de 43,3 hab/Km² (FEE, 2018). Segundo censo demográfico realizado em 2010 (IBGE, 2010), a população residente na zona urbana era de 137.632 habitantes (68%) e a população residente na zona rural, 65.862 habitantes (32%) (RIO GRANDE DO SUL, 2015). O PIB em 2012 apresentou valores aproximados de R\$ 5 bilhões, sendo o PIB *per capita* no valor de R\$ 24.560,00, no mesmo período (RIO GRANDE DO SUL, 2015). Do ponto de vista econômico, esta região se destaca pela produção agropecuária, com o cultivo de grãos principalmente, e criação de bovinos e suínos, e produção industrial, principalmente a de produtos alimentícios, de máquinas e equipamentos (RIO GRANDE DO SUL, 2015).

A região do COREDE Missões, conforme a Fundação de Economia e Estatística (FEE) do Rio Grande do Sul abrange 25 municípios (Figura 3), com área territorial total, em 2015, de 12.855,5 Km² (FEE, 2018). A população total em 2016 era de 251.593 habitantes e densidade demográfica, em 2013, de 19,1 hab/Km² (FEE, 2018). A população residente na zona urbana em 2010 (IBGE, 2010) era de 175.877 habitantes (71%) e a população residente na zona rural, 72.139 habitantes (29%) (RIO GRANDE DO SUL, 2015). O Produto Interno Bruto (PIB) em 2012 apresentou valores aproximados de R\$ 4,6 bilhões, sendo o PIB *per capita de* R\$ 18.582,00, para o período (RIO GRANDE DO SUL, 2015). Ao sul do COREDE, nos municípios maiores e que possuem maior concentração fundiária, predomina o cultivo de grãos. Os municípios ao norte apresentam menores propriedades e uma produção agrícola mais diversificada, com produção de mandioca, fumo, batatainglesa e ervilha. Em todos os municípios da região destaca-se a criação de bovinos de corte e de leite (RIO GRANDE DO SUL, 2015).

# 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

## 3.2.1 População

A população do estudo foi composta por produtores de agricultura familiar, convencional e orgânica (certificados), sendo homens ou mulheres, com idade mínima de 18 anos. O cultivo de culturas que são beneficiadas por polinizadores foi utilizado como critério para seleção dos sujeitos da pesquisa. Neste caso, incluemse culturas que, através da polinização, produzem frutos e/ou sementes para serem consumidas, ou sementes utilizadas para plantio.

O número e a relação dos produtores convencionais foram fornecidos pela EMATER. A lista de produtores orgânicos ativos em 2017 foi fornecida pela Associação Regional de Educação, Desenvolvimento e Pesquisa (AREDE), uma associação civil, de âmbito regional, sem fins lucrativos, de direito privado e composta por 13 entidades sócias (Cooperativas, Igrejas e Sindicatos de Trabalhadores Rurais e Urbanos). A área de abrangência da AREDE são os municípios que integram as regiões Fronteira Noroeste e Missões do Rio Grande do Sul.

#### 3.2.2 Amostra

No total, 72 agricultores familiares, divididos em dois grupos, produtores convencionais (n=42) e produtores orgânicos (n=30), fizeram parte da amostra do estudo. As propriedades rurais dos produtores convencionais localizam-se em dois municípios do COREDE Fronteira Noroeste (Figura 3), Cândido Godói (n=21) e Campina das Missões (n=21). O número total de produtores convencionais informado pela EMATER destes municípios foi de 23 e 29, respectivamente. Para esse grupo, a seleção da amostra foi não-aleatória.

As propriedades rurais dos produtores orgânicos selecionados localizam-se em 15 municípios, 9 pertencentes ao COREDE Missões (Figura 3): Alecrim (n=4 propriedades), Cândido Godói (n=2), Horizontina (n=4), Porto Vera Cruz (n=2), Santa Rosa (n=5), Santo Cristo (n=2), São José do Inhacorá (n=1), Três de Maio (n=1) e Tucunduva (n=1); e 6 pertencentes ao COREDE Fronteira Noroeste: Bossoroca (n=1), Cerro Largo (n=3), Dezesseis de Novembro (n=1), Porto Xavier (n=1), Salvador das Missões (n=1) e São Paulo das Missões (n=1). Neste grupo, realizou-se um censo.

#### 3.4 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Foi utilizado um instrumento de coleta de dados com 23 questões (Quadro 1), organizadas em três seções: Parte I, contemplando questões socioeconômicas; Parte II, com questões sobre percepção ambiental; e, Parte III, com questões sobre conhecimento de serviços de polinização e polinizadores. Dentre as 23 questões foram selecionadas 17, que respondem aos objetivos desta pesquisa. A coleta de dados foi realizada entre os meses de setembro e novembro de 2017.

Quadro 1 – Instrumento de coleta de dados utilizado nas entrevistas, com produtores orgânicos e convencionais, de agricultura familiar, na região Noroeste e Missões do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, 2017.

Parte I. Questões socioeconôm	icos	
1. Idade:		
2. Sexo: ( ) feminino	( ) masculino	
3. Escolaridade: ( ) nenhuma ( ) fundamental incompleto ( ) ensino médio incompleto ( ) ensino superior incompleto ( ) pós-graduação incompleta	<ul><li>( ) fundamental completo</li><li>( ) ensino médio completo</li><li>( ) ensino superior com</li><li>( ) pós-graduação com</li></ul>	pleto
( ) acima de 3 salários ( ) acima de 6 salários		( ) acima de 2 salários ( ) acima de 5 salários ( ) acima de 8 salários
5. Quantas pessoas residem na s	ua casa?	
6. Que culturas agrícolas você cul	ltiva?	
7. Quantos hectares possui a sua	propriedade?	
Parte II. Questões ambientais		
1. Qual é o principal problema am ( ) poluição da água ( ) degradação do solo ( ) saneamento básico ( ) destruição das florestas	abiental na sua comunidade? ( ) poluição do ar ( ) uso de agrotóxicos ( ) falta de florestas Outros:	
2. Existem áreas de vegetação na	tural/florestas na sua comunidade?	( ) sim ( ) não
de vegetação natural/florestas?	região onde vive, o que você observ aumentaram	vou em relação ao tamanho das áreas  ( ) diminuíram
	região onde vive, o que você observ	` '
das áreas de cultivo?	aumentaram	( ) diminuíram
, ,	( ) sempre ( ) muitas vezes	( ) raramente ( ) nunca
Parte III. Questões sobre poliniza	dores e sobre o serviço de polini	zação
1. Você já ouviu falar em polinizaç	ção? ()não ()sim	
2. Quando você pensa em polin	nização o que você imagina?	
3. Você já ouviu falar em poliniz	radores? ( ) não	( ) sim
4. Quais espécies (nome popula	ar) de polinizadores você conhece?	

5. Onde os polinizadores buscam seus alimentos? Que alimentos são estes?
6. Para você os polinizadores são importantes? ( ) não ( ) sim
Se sim, qual a importância deles?
<ul><li>7. Os polinizadores são importantes para alguma das culturas agrícolas que você produz?</li><li>( ) não ( ) sim</li></ul>
Se sim, quais culturas? Por quê?
8. As plantas consideradas espontâneas (daninhas, inços) presentes na sua propriedade têm alguma função para os polinizadores? ( ) não ( ) sim ( ) não sabe
Se sim, por quê?
9. Na sua região qual a situação sobre número de indivíduos de abelhas?  ( ) igual ( ) aumentou ( ) diminuiu
Quais as causas desta situação?
<b>10.</b> Dentre as práticas agrícolas que você adota, quais são positivas e quais são negativas para os polinizadores?
11. Você adota ações que contribuam para a presença (conservação) de polinizadores na sua propriedade? ( ) não ( ) sim
Se sim, quais?

## 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados foi realizada no software R, considerando nível de 5% de significância para todos os testes estatísticos. Os resultados são apresentados em tabelas com frequência absoluta e relativa para as variáveis qualitativas. Para verificar a diferença de frequência entre as categorias, dentro de cada grupo de produtores, utilizou-se o teste de qui-quadrado de aderência e seus respectivos resíduos, evidenciando a(s) categoria(s) diferente(s).

## 3.6 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo CEP/UFFS (Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Fronteira Sul), com CAAE 64211316.0.0000.5564.

Todos os participantes da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), antes do início da entrevista.

#### 4 RESULTADOS

## 4.1 QUESTÕES SOCIOECONÔMICAS

A idade dos sujeitos da pesquisa variou de 25 a 73 anos, com média de 52,0±10,0 anos e a maioria (80,6%; 58) dos sujeitos da pesquisa foi do sexo masculino (Tabela 1). No conjunto de agricultores, a maioria (57,0%; 41) declarou renda entre dois e quatro salários mínimos. Esta faixa salarial também foi declarada pela maioria dos agricultores convencionais (52,4%; 22) e orgânicos (63,3%; 19). O nível de escolaridade de 50,0% (36) dos agricultores foi Ensino Fundamental Incompleto, ao passo que 26,4% (19) possuíam graduação incompleta.

Tabela 1 – Dados socioeconômicos dos agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

Convencional	Orgânico	Total
n (%)	n (%)	n (%)
37 (88,1)	21 (70,0)	58 (80,6)
5 (11,9)	9 (30,0)	14 (19,4)
11 (26,2)	6 (20,0)	17 (23,6)
22 (52,4)	19 (63,3)	41 (57,0)
9 (21,4)	5 (16,7)	14 (19,4)
23 (54,8)	13 (43,3)	36 (50,0)
7 (16,7)	6 (20,0)	13 (18,1)
11 (26,2)	8 (26,7)	19 (26,4)
1 (2,4)	3 (10,0)	4 (5,6)
	n (%)  37 (88,1) 5 (11,9)  11 (26,2) 22 (52,4) 9 (21,4)  23 (54,8) 7 (16,7) 11 (26,2)	n (%)  37 (88,1) 5 (11,9) 9 (30,0)  11 (26,2) 22 (52,4) 9 (21,4) 5 (16,7)  23 (54,8) 7 (16,7) 6 (20,0) 11 (26,2) 8 (26,7)

SM: Salário mínimo nacional.

No total, os agricultores citaram o cultivo de 108 culturas (Figura 4, APÊNDICE B), sendo que os agricultores convencionais produzem menor diversidade de culturas (65) do que os orgânicos (97). A cultura mais cultivada pelo conjunto de agricultores foi laranja, com 69,4% (50), seguida de pepino e bergamota, com 66,7% (48) e 63,9% (46), respectivamente.

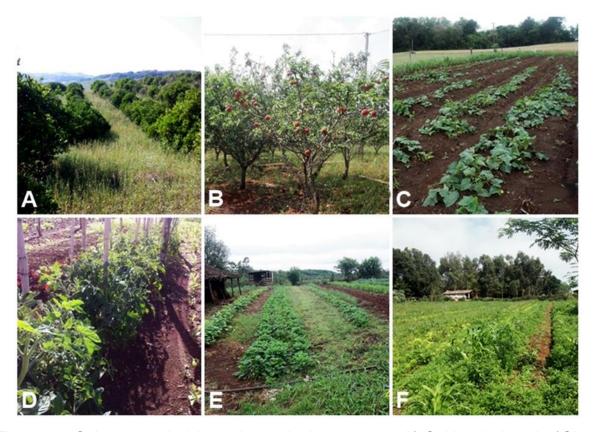
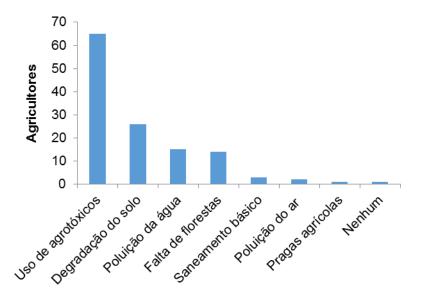


Figura 4 – Culturas produzidas pelos agricultores, 2017. A) Cultivo de laranja (*Citrus sinensis*) em propriedade convencional no município de Cândido Godói; B-C) Cultivo de pêssego (*Prunus persica*) (B) e de pepino (*Cucumis sativus*) (C) em propriedades convencionais no município de Campina das Missões; D) Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) em propriedade orgânica no município de Santo Cristo; E) Cultivo de morango (*Fragaria x ananassa*) em propriedade orgânica no município de Santa Rosa; F) Cultivo de hortaliças em propriedade orgânica no município de Bossoroca.

# 4.2 QUESTÕES SOBRE PERCEPÇÃO AMBIENTAL

A maioria dos agricultores (65; 90,3%) citou o "uso de agrotóxicos" como o principal problema ambiental, com frequência significativamente diferente (p<0,001) dos demais problemas ambientais citados como existentes em suas comunidades (Figura 5). A degradação do solo foi o segundo problema mais citado.



Nota: Questão de múltipla escolha.

Figura 5 – Principais problemas ambientais referidos pelos agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

Do total de agricultores, 50,0% (36) responderam ter a percepção de que as áreas de vegetação natural "diminuíram" desde que conhecem a região, com diferença significativa (p=0,011) da frequência de agricultores dentre as respostas para os tamanhos destas áreas (Tabela 2). Da mesma forma, a diferença também foi significativa (p=0,023) para as áreas de cultivo, sendo que a percepção de 45,8% (33) dos agricultores foi de "aumento" (Tabela 2). Dentre os convencionais, a maioria dos agricultores referiu "diminuição" no tamanho das áreas naturais (61,9%; p<0,001), enquanto que a maioria dos orgânicos percebeu "aumento" (40,0%), porém sem diferença significativa (p=0,670) quanto à alteração no tamanho destas áreas. Do mesmo modo, a maioria dos convencionais relatou a percepção de "aumento" (54,8%; p=0,003) das áreas de cultivo, enquanto os orgânicos tiveram percepções semelhantes para as três situações (p=0,905).

Tabela 2 – Percepção dos agricultores convencionais e orgânicos sobre o tamanho das áreas naturais e de cultivo, 2017.

Tomoubo dos	Agricu	Agricultor		
Tamanho das áreas	Convencional n (%)	Orgânico n (%)	Total n (%)	
Naturais				
Igual	9 (21,4)	8 (26,7)	17 (23,6)	
Aumentou	7 (16,7)	12 (40,0)	19 (26,4)	
Diminuiu	26 (61,9)	10 (33,3)	36 (50,0)	
р	< 0,001	0,670	0,011	
Cultivadas				
Igual	14 (33,3)	11 (36,7)	25 (34,7)	
Aumentou	23 (54,8)	10 (33,3)	33 (45,8)	
Diminuiu	5 (11,9)	9 (30,0)	14 (19,4)	
р	0,003	0,905	0,023	

p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre cada tipo de agricultor e total.

Dentre os convencionais, a categoria "sempre" para utilização de insumos químicos foi citada por 59,5% (25), com frequência maior significativamente (p<0,001) das demais. Todos os produtores orgânicos (100,0%, 30) responderam que "nunca" utilizam insumos químicos nos cultivos (Tabela 3).

Tabela 3 – Utilização de insumos químicos pelos agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

	Agricul	tor	Total	
Insumos químicos	Convencional	Orgânico		
	n (%)	n (%)	n (%)	
Sempre	25 (59,5)	-	25 (34,7)	
Muitas vezes	3 (7,1)	-	3 (4,2)	
Raramente	11 (26,2)	-	11 (15,3)	
Nunca	3 (7,1)	30 (100,0)	33 (45,8)	
р	< 0,001	-	< 0,001	

p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dos agricultores convencionais e total.

# 4.3 QUESTÕES SOBRE POLINIZADORES E SOBRE O SERVIÇO DE POLINIZAÇÃO

Do total de agricultores, 93,0% (67) relataram conhecer a palavra "polinizadores". Nove grupos de polinizadores foram citados pelos entrevistados, sendo que as "abelhas" foram mencionadas como polinizadores<sup>1</sup> pela totalidade dos agricultores (100,0%; 72), seguidas de "beija-flores" (43,1%; 31) e de "borboletas" (15,3%; 11), com diferença significativa da frequência de citação de "abelhas" em relação aos demais (p<0,001) (Tabela 4).

Tabela 4 – Grupos de polinizadores citados pelos agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

Onumes de	Agricu	ltor	Total	
Grupos de polinizadores	Convencional n (%)	Orgânico n (%)	Total n (%)	
Abelha	42 (100,0)	30 (100,0)	72 (100,0)	
Beija-flor	14 (33,3)	17 (56,7)	31 (43,1)	
Borboleta	5 (11,9)	6 (20,0)	11 (15,3)	
Vespa	5 (11,9)	5 (16,7)	10 (13,9)	
Besouro	6 (14,3)	3 (10,0)	9 (12,5)	
Mosca	4 (9,5)	1 (3,3)	5 (3,1)	
Inseto	1 (2,4)	4 (13,3)	5 (3,1)	
Morcego	1 (2,4)	2 (6,7)	3 (4,2)	
р	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

Percentual de indicação; p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre cada tipo de agricultor e total. Questão de resposta aberta.

Dentre os nove grupos de polinizadores descritos na Tabela 4, os agricultores mencionaram 42 nomes populares de polinizadores, sendo 25 (59,5%) deles representantes de abelhas. Do total de 314 citações de nomes populares de polinizadores, 237 (75,5%) foram nomes de abelhas. Dentre as 237 citações de nomes populares de abelhas, as mais referidas foram "jataí", com 64 (27,0%) citações, "mamangava" e "abelha africanizada", com 52 (21,9%) citações cada.

-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Alguns agricultores desconheciam a palavra "polinizadores", possivelmente por serem de origem alemã e dominarem melhor a língua materna, no entanto, reconheceram abelhas como polinizadores.

Os entrevistados citaram seis categorias de fontes de alimentos para polinizadores (Tabela 5). A categoria "flores" foi citada por 97,2% (70) dos agricultores, sendo reconhecida como a principal fonte de alimento por ambos os grupos de agricultores, com valores de frequência significativamente maiores (p<0,001) em relação às demais (Tabela 5).

Tabela 5 – Categorias de fontes de alimentos para polinizadores citadas pelos agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

	Agricu	Agricultor		
Fontes de alimento	Convencional	Orgânico	Total	
	n (%)	n (%)	n (%)	
Flores	40 (95,2)	30 (100,0)	70 (97,2)	
Frutas	4 (9,5)	6 (20,0)	10 (13,9)	
Natureza	1 (2,4)	3 (10,0)	4 (5,6)	
Florestas	-	3 (10,0)	3 (4,2)	
Plantas	1 (2,4)	-	1 (1,4)	
Caules	1 (2,4)	-	1 (1,4)	
Não sabe	1 (2,4)	-	1 (1,4)	
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

Percentual de indicação; p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre cada tipo de agricultor e total. Questão de resposta aberta.

Quando questionados se consideram os polinizadores "importantes" e se estes são "importantes" para as culturas cultivadas em suas propriedades, todos os agricultores (n=72, 100%) responderam sim. Os agricultores atribuíram a importância dos polinizadores a sete diferentes categorias (Tabela 6), e quando se considera a totalidade dos entrevistados, a "reprodução" das plantas foi a mais citada (58,3%; 42), seguida de "polinização" (37,5%; 27) e "produtividade" (25,0%;18). A "reprodução" também foi a categoria de importância mais citada pelos agricultores convencionais e orgânicos, com frequência significativamente maior (p<0,001) em relação às demais, em ambos os grupos.

Tabela 6 – Importância atribuída aos polinizadores pelos agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

	Agricı	Agricultor		
Importância	Convencional	Orgânico	Total	
	n (%)	n (%)	n (%)	
Reprodução	25 (59,5)	17 (56,7)	42 (58,3)	
Polinização	16 (38,1)	11 (36,7)	27 (37,5)	
Produtividade	13 (31,0)	5 (6,9)	18 (25,0)	
Biodiversidade	3 (7,1)	10 (33,3)	13 (18,1)	
Qualidade do produto	5 (11,9)	2 (6,7)	7 (9,7)	
Produção de mel	1 (2,4)	4 (13,3)	5 (6,9)	
Produção de própolis	-	1 (3,3)	1 (1,4)	
р	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

Percentual de indicação; p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre cada tipo de agricultor e total. Questão de resposta aberta.

Dentre as 108 culturas produzidas (APÊNDICE B), a totalidade dos agricultores mencionou 40 culturas agrícolas para as quais considerou os polinizadores importantes (Tabela 7), 30 foram citadas pelos agricultores convencionais e 32 pelos orgânicos. Dentre as 40 culturas citadas, 5 (12,5%) são essencialmente polinizadas pelo vento.

Tabela 7 – Culturas para as quais polinizadores foram considerados importantes, na percepção dos agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

		Agricu	iltor			Total
Cultura	Conv	encional	Orç	jânico		Total
Cultura _	Produzem a	Importância de	Produzem a	Importância de	Produzem a	Importância de
	cultura (n)	polinizadores (%)	cultura (n)	polinizadores (%)	cultura (n)	polinizadores (%)
Laranja	24	66,7	26	42,3	50	54,0
Pepino	24	75,0	24	20,8	48	48,0
Bergamota	21	42,6	25	12,0	46	26,1
Pêssego	21	57,1	20	10,0	41	34,1
Tomate	16	12,5	21	23,8	37	18,9
Melão	17	41,2	13	23,1	30	33,3
Milho*	15	86,7	14	64,3	29	75,9
Moranguinho	15	46,7	11	45,5	26	46,2
Abobrinha	15	26,7	11	9,1	26	19,2
Melancia	13	69,2	12	33,3	25	52,0
Feijão	9	55,6	13	46,2	22	50,0
Ameixa	11	18,2	11	0,0	22	9,1
Chuchu	8	37,5	12	25,0	20	30,0
Cenoura	9	0,0	11	9,1	20	5,0
Pimentão	10	0,0	9	22,2	19	10,5
Brócolis	6	0,0	11	18,2	17	11,8
Abóbora	4	100,0	12	41,7	16	75,0
Soja	13	53,8	3	100,0	16	62,5
Uva	6	16,7	10	30,0	16	25,0

Amendoim	8	12,5	8	0,0	16	6,3
Jabuticaba	5	40,0	9	11,1	14	21,4
Abacate	4	25,0	7	14,3	11	18,2
Maracujá	4	100,0	6	83,3	10	90,0
Moranga	4	75,0	6	33,3	10	50,0
Ervilha	3	0,0	5	40,0	8	25,0
Trigo*	7	28,6	-	-	7	42,9
Vagem	4	25,0	3	33,3	7	28,6
Couve	-	-	7	14,3	7	14,3
Mamão	3	33,3	3	33,3	6	33,3
Manga	2	0,0	4	25,0	6	16,7
Pera	2	50,0	4	0,0	6	16,7
Maçã	3	100,0	2	0,0	5	60,0
Pipoca*	-	-	5	40,0	5	40,0
Goiaba	1	0,0	2	50,0	3	33,3
Almeirão	-	-	2	50,0	2	50,0
Nozes*	2	50,0	-	-	2	50,0
Aveia*	1	100,0	-	-	1	100,0
Cactos	-	-	1	100,0	1	100,0
Cereja	1	100,0	-	-	1	100,0
Guabiju	1	100,0	-	-	1	100,0

<sup>\*</sup>Culturas polinizadas pelo vento. Questão de resposta aberta.

A maioria dos entrevistados (75,0%; 54; p<0,001) considerou plantas espontâneas "importantes" para polinizadores (Tabela 8). Estas plantas também foram consideradas "importantes" para maioria (p<0,001) dos agricultores convencionais e orgânicos (Tabela 8). Entre os convencionais, 12 (28,6%) agricultores relataram que as mesmas não são importantes.

Tabela 8 – Opinião dos agricultores convencionais e orgânicos sobre a importância das plantas espontâneas para polinizadores, 2017.

	Agric	Tatal	
Importância	Convencional	Orgânico	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Sim	29 (69,0)	25 (83,3)	54 (75,0)
Não	12 (28,6)	4 (13,3)	16 (22,2)
Não sabe	1 (2,4)	1 (3,3)	2 (2,8)
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001

p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre cada tipo de agricultor e total.

As plantas espontâneas foram relacionadas a quatro categorias de importância para polinizadores (Tabela 9), e a maioria dos agricultores, incluindo a totalidade de entrevistados (65,3%), o grupo convencional (61,9%) e o grupo orgânico (70,0%), considerou o fornecimento de "forragem" como principal importância das plantas espontâneas (Tabela 9), com diferença significativa da importância "forragem" das demais categorias para os dois grupos de agricultores (p<0,001).

Tabela 9 – Importância atribuída às plantas espontâneas para polinizadores, por agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

	Agricu	Agricultor		
Importância	Convencional	Orgânico	Total	
	n (%)	n (%)	n (%)	
Forragem	26 (61,9)	21 (70,0)	47 (65,3)	
Abrigo	2 (4,8)	2 (6,7)	4 (5,6)	
Proteção	1 (2,4)	-	1 (1,4)	
Não sabe	3 (7,1)	3 (10,0)	6 (8,3)	
р	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

Percentual de indicação; p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre cada tipo de agricultor e total. Questão de resposta aberta.

A maioria dos agricultores, tanto no total dos sujeitos da pesquisa (84,7%; 61), como o grupo de agricultores convencionais (81,0%; 34) e orgânicos (90,0%; 27), relatou "diminuição" significativa (p < 0,001) no número de indivíduos das populações de abelhas (Tabela 10).

Tabela 10 – Percepção dos agricultores convencionais e orgânicos sobre o tamanho das populações de abelhas, 2017.

	Agricultor		Total	
Tamanho das populações	Convencional	Orgânico	Total	
de abelhas	n (%)	n (%)	n (%)	
Diminuiu	34 (81,0)	27 (90,0)	61 (84,7)	
Aumentou	5 (12,0)	3 (10,0)	8 (11,1)	
Igual	3 (7,1)	-	3 (4,2)	
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre cada tipo de agricultor e total.

Tanto agricultores convencionais quanto orgânicos referiram como principal (p<0,001) causa da diminuição das populações de abelhas o uso de "agrotóxico", com 78,6% (33) e 86,7% (26) respectivamente (Tabela 11). A "destruição de hábitat" e a "falta de alimento" também foram mencionadas por ambos os grupos como causas da diminuição. Apenas oito agricultores referiram "aumento" do número de indivíduos de abelhas, sendo a "criação de abelhas" a principal causa mencionada para este aumento.

Tabela 11 – Motivos citados por agricultores convencionais e orgânicos como responsáveis pelo aumento ou diminuição das populações de abelhas, 2017.

•	•	' ' '	,
	Agricultor		Tetal
Causas	Convencional n (%)	Orgânico	Total
		n (%)	n (%)
Diminuição do número de			
indivíduos de abelhas			
Agrotóxico	33 (78,6)	26 (86,7)	59 (82,0)
Destruição de hábitat	3 (7,1)	1 (3,3)	4 (5,6)
Falta de alimento	1 (2,4)	1 (3,3)	2 (2,8)
Falta de criadores	2 (4,8)	-	2 (2,8)
Doenças	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Mudanças climáticas	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Introdução de espécies	-	1 (3,3)	1 (1,4)
exóticas			
Destruição de colmeias	-	1 (3,3)	1 (1,4)
р	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Aumento no número de			
indivíduos de abelhas			
Criação de abelhas	4 (9,5)	1 (3,3)	5 (6,9)
Diminuição no uso de	1 (2,4)	1 (3,3)	2 (2,8)
agrotóxicos			
Aumento das áreas verdes	-	1 (3,3)	1 (1,4)

Percentual de indicação; p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre os agricultores convencionais e total e, dentre os agricultores orgânicos, comparou-se a categoria "agrotóxicos" com as demais agrupadas. Questão de resposta aberta.

Como práticas positivas e negativas, adotadas em relação à conservação dos polinizadores, foram mencionadas pelos agricultores 10 e 6 categorias, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12 – Práticas positivas e negativas para polinizadores adotadas pelos agricultores convencionais e orgânicos, 2017.

	Agricu	Tatal		
Práticas agrícolas	Convencional	Orgânico	Total	
	n (%)	n (%)	n (%)	
Práticas positivas				
Não uso de agrotóxico	10 (23,8)	16 (53,3)	26 (36,1)	
Cultivo de forragem	8 (19,0)	6 (20,0)	14 (19,4)	
Uso racional de agrotóxico	12 (28,6)	-	12 (16,7)	
Manutenção de plantas espontâneas	3 (7,1)	7 (23,3)	10 (13,9)	
Preservação da vegetação nativa	5 (11,9)	3 (10,0)	8 (11,1)	
Preservação de colmeias	6 (14,3)	1 (3,3)	7 (9,7)	
Uso de defensivos	4 (9,5)	-	4 (5,6)	
naturais				
Criação de abelhas para	1 (2,4)	1 (3,3)	2 (2,8)	
polinização				
Proporcionar locais para nidificação	1 (2,4)	1 (3,3)	2 (2,8)	
Presença de água	1 (2,4)	-	1 (1,4)	
Não sabe <sup>\$</sup>	-	3 (10,0)	3 (4,2)	
p	= 0,001	< 0,001	< 0,001	
Práticas negativas				
Uso de agrotóxico	26 (62,0)	-	26 (36,1)	
Manejo inadequado do	-	2 (6,7)	2 (2,8)	
solo				
Exclusão de plantas espontâneas	-	1 (3,3)	1 (1,4)	
Pouca forragem	-	1 (3,3)	1 (1,4)	
Uso de defensivos naturais	-	1 (3,3)	1 (1,4)	
Não proporcionar locais para	-	1 (3,3)	1 (1,4)	
nidificação				
Não sabe	16 (38,0)	24 (80,0)	40 (55,6)	

Percentual de indicação. p referente ao teste de qui-quadrado de aderência na frequência dentre cada tipo de agricultor e total; \$ desconsiderou-se "não sabe" no teste estatístico; #p considerou-se somente as categorias com frequência diferente de zero. Questão de resposta aberta.

Dentre os convencionais 28,6% (12) referiram o "uso racional de agrotóxico" como principal prática positiva (p=0,001) para polinizadores, 23,8% (10) mencionaram o "não uso de agrotóxico", e 19,0% (8) o "cultivo de forragem". A maioria dos orgânicos, 53,3% (16), considerou o "não uso de agrotóxico" como principal prática positiva (p<0,001) para polinizadores, 23,3% (7) a "manutenção de

plantas espontâneas" e 20,0% (6) o "cultivo de forragem". A maioria dos orgânicos, 80,0% (24) e 38,0% (16) dos convencionais "não sabem" se adotam práticas negativas para polinizadores.

## **5 DISCUSSÃO**

## 5.1 QUESTÕES SOCIOECONÔMICAS

Considerando-se a totalidade dos agricultores entrevistados, a idade média registrada foi de 52 anos, semelhante ao encontrado por Minetto (2016), que registrou idade média de 50 anos, em estudo que analisou o perfil de agricultores familiares produtores orgânicos da região Missões e Fronteira Noroeste do Estado. Alarcon et al. (2016) encontraram idade média de 48 anos entre agricultores familiares de Chapecó, Santa Catarina. Esses dados acompanham as estatísticas para o estado do Rio Grande do Sul, que passa por um processo gradativo de envelhecimento da população (RIO GRANDE DO SUL, 2017). Além disso, a região do estudo vem enfrentando um acentuado processo de emigração (RIO GRANDE DO SUL, 2017), principalmente de jovens, o que contribui para acentuar o processo de envelhecimento da população nesta região. Segundo classificação da OMS (Organização Mundial da Saúde), pessoas com idade entre 45 e 59 encontram-se no primeiro estágio do envelhecimento. A idade média elevada dos agricultores, com o passar do tempo, pode limitar a continuidade das atividades, e, não havendo sucessão, interromper completamente o desenvolvimento da atividade agrícola (MINETTO, 2016). Os jovens, que abandonam a região e emigram para as grandes cidades, são justamente a parcela da população que apresenta maior nível de escolaridade e maior capacidade de aprender e inovar. Portanto, o envelhecimento da população rural representa um desafio, pois pode levar à diminuição na produção de alimentos, tornando-se uma preocupação presente, uma vez que a agricultura familiar produz a maior parte de muitas culturas alimentícias consumidas no país (HOFFMANN, 2014).

No conjunto de agricultores, a maioria apresentou renda de 2 até 4 salários mínimos. Alarcon et al. (2016) registraram renda média de 3 salários mínimos entre agricultores familiares de Chapecó, Santa Catarina. Baseado nos dados do Censo Agropecuário de 2006, Vieira-Filho (2013) descreveu que na região Sul do país a maioria dos estabelecimentos agropecuários da agricultura familiar têm baixa renda, entre 2 até 10 salários mínimos.

O nível de escolaridade da metade dos sujeitos da pesquisa foi Ensino Fundamental Incompleto, semelhante ao registrado por Spanholi & Barreto (2018)

em estudo realizado com moradores de comunidades rurais no município de Sinop, Mato Grosso. Alarcon et al. (2016) encontraram uma média de seis anos de estudo entre agricultores familiares de Chapecó, Santa Catarina. O Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), mostrou que 42,4% das pessoas que gerenciam estabelecimentos agropecuários no país, possuíam Ensino Fundamental Incompleto, sendo que no Rio Grande do Sul a porcentagem era de 71,4%. A baixa renda na agricultura familiar pode estar relacionada com o baixo nível de escolaridade, considerando que a educação é um dos principais determinantes da renda agrícola no país (NEY; HOFFMANN, 2009), um aumento do nível educacional poderia refletir em aumentos nas rendas médias dos agricultores familiares. O baixo nível de escolaridade e consequente baixa renda dos agricultores podem estar relacionados à saída dos jovens do campo, conforme mencionado anteriormente.

# 5.2 QUESTÕES SOBRE PERCEPÇÃO AMBIENTAL

Neste estudo, o uso de agrotóxicos foi o principal problema ambiental relatado pelos agricultores. Segundo dados de Bombardi (2017), os municípios da metade norte do Rio Grande do Sul destacam-se entre os principais consumidores de agrotóxicos no Brasil (Figura 2). A autora destaca que os altos índices de utilização de agrotóxicos estão associados à cultura da soja, cujas vendas desses compostos para esta cultura ocupam o primeiro lugar na região e no país. Embora a maioria dos agricultores reconheça o uso de agrotóxicos como principal problema ambiental (Figura 5) e quase dois terços considerem essa prática negativa para polinizadores (Tabela 12), o uso de insumos químicos industrializados (fertilizantes e agrotóxicos) é generalizado entre a maioria dos agricultores convencionais (Tabela 3), refletindo as práticas de cultivo deste tipo de agricultura. Uma alternativa para mudar esse quadro seria fazê-los compreender a importância da atividade agrícola para a conservação.

No Rio Grande do Sul, entre os anos de 1976 e 2002, ocorreu uma intensa mudança nas fitofisionomias, provocada pela remoção da vegetação nativa e alteração da paisagem, causada pelas atividades humanas como a agricultura, pecuária e silvicultura (BEHLING et al., 2009). Este fato está de acordo com a percepção da maioria dos sujeitos da pesquisa, que relataram aumento significativo nas áreas de cultivo, enquanto as áreas de vegetação natural diminuíram na região

de estudo. Dentre as regiões fitoecológias do Estado (IBGE, 2004) presentes nas regiões do estudo, as Áreas de Tensão Ecológica apresentam 26,60% de cobertura natural nas regiões desse estudo; a Floresta Estacional Decidual possui apenas 4,85% de sua cobertura original; ao passo que na Savana Estépica, presente no Planalto das Missões, os campos foram praticamente eliminados (CORDEIRO; HASENACK, 2009).

Dada a realidade da degradação da vegetação nativa do Estado, a percepção de aumento das áreas naturais e manutenção do tamanho das áreas de cultivo pelos agricultores orgânicos (Tabela 2), possivelmente deve-se ao fato da maioria desses agricultores terem suas propriedades em regiões com relevo desfavorável à mecanização, e, portanto, pode estar relacionada ao abandono de áreas marginais para agricultura convencional.

Como consequência do acentuado uso da terra pelas práticas agrícolas, temse a diminuição da vegetação natural dos ecossistemas em diversos biomas brasileiros: Mata Atlântica (RIBEIRO et al., 2009), Cerrado (BEUCHLE et al., 2015; STRASSBURG et al., 2017), Caatinga (BEUCHLE et al., 2015), Pampa (OVERBECK et al., 2007; CORDEIRO; HASENACK, 2009) e Floresta Amazônica (BONINI et al., 2018). As regiões fisiográficas presentes neste estudo estão inseridas nos dois biomas presentes no Rio Grande do Sul, Bioma Mata Atlântica (região das Missões e Alto Uruguai) e Bioma Pampa (região das Missões), este exclusivo do estado. O primeiro, perdeu 90% de sua cobertura original (RIBEIRO et al., 2009), e o segundo apresenta perda de 63,97% da vegetação nativa (IBAMA, 2010).

# 5.3 QUESTÕES SOBRE POLINIZADORES E SOBRE O SERVIÇO DE POLINIZAÇÃO

A maioria dos agricultores conhecia a palavra polinizadores. Destaca-se que a região do estudo é habitada por agricultores de origem alemã, que mantém viva a sua língua materna, sendo este, provavelmente, o motivo do desconhecimento da palavra polinizadores por alguns agricultores. Entretanto, os que não conheciam esta palavra devido à sua origem alemã, identificaram as abelhas como um polinizador, visto que este grupo de polinizador foi mencionado por todos os agricultores (Tabela 4). As abelhas dependem de recursos florais em todo seu ciclo de vida (POTTS et al., 2006). Essa dependência demanda um grande número de

visitas às flores, tornando-as os visitantes florais mais frequentes e abundantes e, portanto, os insetos que os agricultores mais observam nas flores (PINHEIRO et al., 2014). Aliado a isso, as abelhas vêm recebendo maior atenção e destaque que os demais polinizadores, tanto na literatura científica quanto na mídia popular (OLLERTON, 2017), ainda assim desproporcional à sua real importância e necessidade de conservação (OLLERTON et al., 2012).

Na opinião dos agricultores, as flores são as principais fontes de alimentos para polinizadores, percepção que pode ser atribuída à observação de visitas para forrageamento, principalmente de abelhas. De fato, as flores são as principais fontes de recursos alimentares para polinizadores e a maioria das visitas ocorre para suprir necessidades alimentares (WILLMER, 2011). As flores das angiospermas proveem os visitantes florais com pólen, néctar, óleo (recursos alimentares), perfume (recurso essencial para reprodução), proporcionando-lhes energia essencial à dieta e reprodução, além de resinas e ceras utilizadas na construção dos ninhos (WILLMER, 2011). As angiospermas, por sua vez, se beneficiam com essa interação, pois as visitas de polinizadores garantem a reprodução de 87,5% das plantas com flores, desempenhando um papel importante na manutenção da integridade funcional da maioria dos ecossistemas terrestres (OLLERTON et al., 2011).

Todos os agricultores consideraram polinizadores importantes, sendo a reprodução das plantas a categoria mais significativamente relacionada com esta importância. Considerando que a reprodução resulta em produtividade, estas duas categorias juntas totalizam 83,3% (n=60) da importância atribuída pelos agricultores aos polinizadores (Tabela 6). Logo, a percepção dos agricultores está de acordo com o registrado por inúmeros estudos que destacam que, mesmo em culturas agrícolas onde a polinização não é obrigatória, a presença de polinizadores melhora o rendimento (GARIBALDI et al., 2016; IMPERATRIZ-FONSECA; JOLY, 2017; HIPÓLITO et al., 2018), produz frutos melhores, com mais sementes e maior valor nutritivo (MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2004; BOMMARCO et al., 2012; KLATT et al., 2013; GARRAT et al., 2014; JUNQUEIRA; AUGUSTO, 2016). Assim, a polinização além de contribuir para a manutenção da biodiversidade em ecossistemas naturais (BIESMEIJER et al., 2006; POTTS et al., 2010), também é fundamental para a produtividade das principais culturas diretamente consumidas por seres humanos (KLEIN et al., 2007).

Dentre as 108 culturas produzidas pelos agricultores (APÊNDICE B), 79 (73,1%) dependem em algum grau da ação dos polinizadores (ver KLEIN et al., 2007 e GIANNINI et al., 2015). Das 79 culturas produzidas pelos agricultores que dependem da ação dos polinizadores, a importância desses agentes foi reconhecida para 35 (44,3%) dessas culturas (Tabela 7), o que significa que os agricultores desconhecem a importância dos polinizadores para 44 (55,7%) culturas que produzem. Além disso, dentre as culturas para os quais polinizadores foram considerados importantes (Tabela 7), cinco são pertencentes a espécies que essencialmente são anemófilas. Esses resultados podem estar associados à falta de informação e aprendizado sobre o assunto, uma vez que boa parte do conhecimento dos agricultores é empírico ou baseado no senso comum. Segundo Klein et al. (2007), os polinizadores aumentam a qualidade ou quantidade de frutas ou sementes de 39 das 57 principais culturas em todo o mundo. Roubik (1995) estimou que a polinização biótica melhora a qualidade ou quantidade de frutos ou sementes em cerca de 70% de 1330 culturas tropicais. O Brasil cultiva 141 espécies de plantas para uso na alimentação humana, produção animal, biodiesel e fibras, e aproximadamente 60% (85 espécies) dependem em certo grau da polinização animal (GIANNINI et al., 2015). Dentre as culturas cultivadas no Brasil que apresentam dependência essencial de polinizadores (redução de produção em 90% ou mais sem visitantes florais) destacam-se abóbora, acerola, castanha do Brasil, quivi, melancia, maracujá, melão, urucum, entre outras (GIANNINI et al., 2015). Já culturas brasileiras com grande dependência de polinizadores (40 a menos de 90% de redução na produção sem a presença de visitantes florais) incluem gabiroba, goiaba, pepino, girassol, guaraná, tomate, abacate, cereja, pêssego, ameixa, entre outras (GIANNINI et al., 2015). Além disso, a relevância dos polinizadores, especialmente abelhas, para uma grande variedade de frutas e sementes, inclusive cultivadas pelos agricultores familiares sujeitos dessa pesquisa, já foi demonstrada em diversos estudos: maracujá (GAGLIANONE et al., 2010); morango (WITTER et al., 2012); pimentão (SILVA et al., 2005); abóbora (Mc GREGOR, 1976); melão e melancia (SOUZA, 2003; RIBEIRO et al., 2015); acerola (OLIVEIRA; SCHLINDWEIN, 2009); manga (CARVALHEIRO et al., 2012); tomate (SANTOS et al., 2014; DEPRA et al., 2014); caju (FREITAS et al., 2014); goiaba (ALVES; FREITAS, 2007); castanha-do-brasil (CAVALCANTE, 2008); café (MALERBO- SOUZA et al., 2003; SATURNI et al., 2016); canola (ROSA et al., 2011; WITTER et al., 2014); maçã (VIANA et al., 2014); algodão (PIRES et al., 2014), entre outras.

A grande maioria dos agricultores consideram plantas espontâneas importantes para polinizadores (Tabela 8) e atribuem essa importância ao fornecimento de forragem (alimento) aos mesmos (Tabela 9). No entanto, estas plantas são consideradas como ervas daninhas, e agricultores convencionais costumam removê-las, pois elas competem por nutrientes com as culturas. Porém, estudos evidenciam que a presença de flores fornecidas por espécies de plantas espontâneas, antes e durante a floração das culturas, além de fornecer recursos para manter maior diversidade de polinizadores, pode também compensar parcialmente os efeitos negativos do isolamento do hábitat natural, na produtividade de culturas dependentes de polinização animal (WINFREE et al., 2008; CARVALHEIRO et al., 2012). No caso das abelhas, a disponibilidade de recursos florais influencia diretamente a abundância das populações (ROULSTON; GOODELL, 2011).

A percepção, pela maioria dos agricultores, da diminuição das populações de abelhas na região estudada foi relacionada, principalmente, ao uso de agrotóxicos (Tabela 10 e 11). Os dados sobre uso de agrotóxicos na região (Figura 2) confirmam o alto consumo destes compostos (BOMBARDI, 2017). Estudos revelam que os agrotóxicos provocam efeitos letais (mortalidade) e subletais (efeitos tóxicos decorrentes da exposição a longo prazo) sobre populações de abelhas (MALASPINA et al., 2008; FREITAS; PINHEIRO, 2012). Herbicidas, fungicidas e inseticidas são compostos amplamente utilizados nas lavouras da região (CEVS/SES, 2010) e podem causar diversos efeitos negativos em abelhas, tais como redução na produção de crias, enfraquecimento das colônias, aumento de infestação por vírus, que juntos podem levar à perda das colônias (ZHU et al., 2014). O glifosato, herbicida mais utilizado no Brasil e no Rio Grande do Sul (IBAMA, 2018), pode afetar negativamente as abelhas por eliminar a vegetação que fornece recursos alimentares, abrigo e local de reprodução (FREITAS; PINHEIRO, 2010). Além disso, em um estudo recente, Seide et al. (2018) mostraram pela primeira vez que o glifosato é altamente tóxico para a abelha sem ferrão *Melipona quadrifasciata*, causando efeitos letais ou subletais que podem prejudicar severamente o crescimento e a viabilidade das colônias e reduzir a capacidade de polinização. Assim, considerando que 22,2% dos agricultores deste estudo produzem soja e o

uso do glifosato acompanha principalmente esta cultura, as populações de abelhas e os serviços de polinização podem estar sendo prejudicados nesta região.

Por outro lado, a baixa frequência de citações de destruição de hábitats e de falta de alimento como causas da diminuição das populações de abelhas (Tabela 11) demonstra que, provavelmente, os agricultores desconheçam a importância desses fatores na manutenção das populações de abelhas. Contudo, a diminuição das áreas de vegetação natural, representa uma ameaça ao hábitat desses agentes, que as utilizam como local de nidificação, repouso, reprodução e fonte de recursos alimentares, principalmente quando as culturas não estiverem florescendo (RICKETTS et al., 2008; GARIBALDI et al., 2011; KENNEDY et al. 2013). A expansão das fronteiras agrícolas para aumentar a produção de alimentos causa a fragmentação de hábitats, provocando efeitos negativos sobre a biodiversidade como, por exemplo, diminuição da riqueza de espécies, redução no tamanho e isolamento dos fragmentos de vegetação nativa, tornando-os inviáveis à colonização e manutenção de populações de polinizadores (ALVES-DOS-SANTOS et al., 2014). Ferreira et al. (2015) analisaram os efeitos da variação da cobertura florestal em comunidades de abelhas e mostraram que a perda de floresta em escala regional teve efeitos negativos em sua abundância, especialmente para aquelas que nidificam em árvores (vivas ou mortas). Xiao et al. (2016) encontraram evidências de que a abundância e diversidade de espécies de plantas e polinizadores é diretamente proporcional ao tamanho e conectividade do hábitat.

Assim, a conversão de áreas, originalmente diversas, em monoculturas, como observado na região do estudo, compromete o estabelecimento e a sobrevivência das abelhas que dependem de hábitat natural com disponibilidade de recursos para alimentação e nidificação (KREMEN et al., 2007; GARIBALDI et al., 2011). Um estudo conduzido por Holzschuh et al. (2007), demonstrou que uma maior diversidade de abelhas em terras agrícolas está associada à heterogeneidade da paisagem e à disponibilidade de hábitats de nidificação semi-naturais. Além disso, áreas de agricultura intensiva com paisagens homogêneas e hábitats naturais reduzidos a pequenos fragmentos florestais, condizente com a realidade da área deste estudo, são prejudiciais para populações de abelhas nativas (MORANDIN et al., 2007; GALLAI et al., 2009; SMITH & MAYFIELD, 2018) podendo diminuir sua abundância e riqueza (POTTS et al., 2010; GARIBALDI et al., 2011; WITTER et al., 2014; ARENA et al., 2018). Diante da constatação dos efeitos da paisagem sobre

polinizadores, principalmente paisagens agrícolas (KENNEDY et al., 2013), torna-se necessário proteger e gerenciar os hábitats desses agentes para manter os serviços de polinização (GIANNINI et al., 2015).

Em relação às práticas positivas para polinizadores, percebe-se que um grande número de ações são reconhecidas (Tabela 12), entretanto, a maioria delas, tais como o cultivo de forragem, manutenção de plantas espontâneas e preservação de mata nativa foram pouco mencionadas como praticadas, por ambos os grupos, como ações positivas para polinizadores. Dentre os agricultores orgânicos, por exemplo, a não utilização de agrotóxicos foi a categoria mais citada, dentre todas as práticas positivas, pela maioria dos sujeitos da pesquisa (Tabela 12). Referente às práticas negativas, o "uso de agrotóxico" somente foi mencionado pelos agricultores convencionais como sendo uma prática negativa para polinizadores, uma vez que o uso é vedado para a produção orgânica, em conformidade com a Lei Federal 10.831/03 (BRASIL, 2003). Os resultados demonstram ainda que a única prática negativa mencionada pelos agricultores convencionais foi o uso de agrotóxicos (Tabela 12), sendo que aparentemente esses não associam outras ações resultantes do sistema de cultivo como sendo negativas para polinizadores, tais como manejo inadequado do solo e exclusão de plantas espontâneas, do mesmo modo que poucos as reconhecem como positivas, por exemplo. Isto fica claro, ao verificarmos que a grande parte dos agricultores convencionais não sabe se adotam práticas negativas para polinizadores (Tabela 12). Esses resultados demonstram que os agricultores não compreendem suas ações perante os polinizadores, possivelmente, pela falta de informações e orientações sobre o assunto.

As práticas positivas para a conservação dos polinizadores mencionadas pelos agricultores estão contempladas no protocolo da Food Agricultural Organization (FAO, 2016), elaborado para auxiliar na avaliação socioeconômica de práticas amigáveis a polinizadores e que inclui as seguintes recomendações para manter a abundância e riqueza de espécies visitantes florais (GARIBALDI et al., 2014): alta complexidade (diversidade, heterogeneidade) de hábitats (diferentes tipos de hábitats); alta qualidade de hábitat (não apenas natural) relacionada à quantidade de recursos florais e nidificação; baixa ou nenhuma presença de pesticidas; elevada biodiversidade de plantas nas áreas de cultivo (por exemplo, ervas daninhas abundantes e diversas). Portanto, uma paisagem amigável aos polinizadores deve evitar o uso de agrotóxicos ou usá-lo de forma racional, para

evitar ao máximo a exposição dos polinizadores. Além disso, práticas como o cultivo de forragem, através de semeadura de flores silvestres nas bordas do campo de cultivo, para fornecer hábitat forrageiro nas adjacências de culturas dependentes de polinizadores, vêm sendo sugeridas para promover o aumento da abundância de abelhas silvestres em paisagens agrícolas (BLAAUW; ISAACS, 2014; PYWELL et al., 2015; SUTTER et al., 2017). Apesar do custo elevado de tais práticas, os benefícios de aumentar a polinização por insetos em algumas culturas, compensam os custos de estabelecer tiras de flores silvestres (BLAAUW; ISAACS, 2014; FIJEN et al., 2018). Assim, o cultivo de forragem, através da introdução de áreas com flores nativas, pode aumentar a abundância e a diversidade de visitantes florais (BLAAUW; ISAACS, 2014; PYWELL et al., 2015; SUTTER et al., 2017; FIJEN et al., 2018) e, combinados com a preservação de fragmentos remanescentes de hábitat natural e a redução do uso de pesticidas, podem aumentar o rendimento de culturas dependentes de polinizadores sem a necessidade de expansão agrícola, contribuindo para a agricultura sustentável (KLEIN et al., 2007; CARVALHEIRO et al., 2012). No entanto, os resultados desse estudo revelaram o desconhecimento dos agricultores sobre tais recomendações e a necessidade de levar estas informações até eles. Este deve ser papel do pesquisador e da universidade: produzir o conhecimento, identificar lacunas e apresentar soluções. Neste caso, cabe à universidade intermediar a transferência destas informações aos principais agentes responsáveis em adotar tais práticas.

A agricultura orgânica, baseada em princípios ecológicos, por si só pode ser considerada uma prática positiva para polinizadores, pois preserva seu hábitat natural e evita o uso de agrotóxicos e, baseada no sistema de produção sustentável, promove o manejo e a proteção dos recursos naturais e a diversidade biológica (PENTEADO, 2001; FERREIRA, 2008; HESPANHOL, 2008). A revisão realizada por Reganold & Wachter (2016), demonstrou que, em geral, comparados à sistemas convencionais, sistemas de agricultura orgânica apresentam melhor qualidade, menos erosão e maiores níveis de carbono no solo, além de maior diversidade florística e faunística (insetos, fauna e micróbios do solo, aves), maior diversidade de hábitat e paisagem. Assim, aliada à exclusão de pesticidas e maior rotação de culturas, a agricultura orgânica pode aumentar a heterogeneidade do hábitat e a biodiversidade em escala de paisagem (RUNDLÖF; SMITH, 2006). Ainda, sistemas de agricultura orgânica apresentam maior diversificação dos grupos funcionais,

como herbívoros, polinizadores, predadores e produtores (plantas) (KENNEDY et al., 2013; TUCK et al., 2014). Fazendas orgânicas tendem a suportar maior densidade, número de espécies e diversidade de plantas daninhas em comparação ao manejo convencional (HAWESA et al., 2010). Um estudo conduzido por Batáry et al. (2013) indicou que o manejo orgânico suporta alta riqueza de espécies e cobertura de plantas polinizadas por insetos, possivelmente favorecendo a densidade e diversidade de abelhas e outros polinizadores (HOLZSCHUH et al., 2008; POTTS et al., 2009). Enfim, uma meta-análise realizada por Tuck et al. (2014), mostrou que a agricultura orgânica aumenta em média a biodiversidade (medida como riqueza de espécies) em cerca de um terço em relação à agricultura convencional. Destaca-se que um terço dos agricultores orgânicos atribuíram a importância dos polinizadores à biodiversidade (Tabela 6). Provavelmente, isto está associado a percepção de um ambiente rico em espécies, resultante das práticas de manejo deste tipo de agricultura. Porém, estas informações precisam chegar também aos agricultores convencionais, na perspectiva de conscientizá-los em adotar ações que resultem na preservação da biodiversidade, beneficiando, inclusive, a diversidade de polinizadores em suas propriedades.

Para Pires et al. (2016), no Brasil urge a implementação de programas de levantamento sistemático da sanidade apícola, associados a pesquisas, para avaliar os possíveis impactos da intensa fragmentação de hábitats e das práticas agrícolas sobre as comunidades de abelhas. No entanto, segundo Witter et al. (2014), os serviços de polinização ainda são pouco valorizados e estudados no país, diferente de outros países onde a polinização é considerada fator de produção agrícola e de manutenção dos ecossistemas e onde produtores investem em manejo de paisagens para tornar suas propriedades mais atrativas às populações de polinizadores naturais.

Enfim, para Ramos et al. (2018), a sustentabilidade em agroecossistemas perpassa pelo aumento da produtividade com o mínimo possível de danos ambientais e, futuras políticas ambientais, relacionadas com a gestão agrícola, devem incluir as práticas de conservação dos polinizadores.

## **6 CONCLUSÕES**

Esse estudo evidenciou que a maioria dos agricultores, sujeitos dessa pesquisa, reconhece agrotóxico como principal problema ambiental em sua comunidade.

Reprodução e produtividade das culturas foram relacionadas como principais motivos da importância dos polinizadores. Embora os agricultores reconheçam a importância dos polinizadores para a reprodução das plantas, eles desconhecem o papel do serviço de polinização animal para a maioria das culturas cultivadas em suas propriedades.

Dentre todos os grupos de polinizadores reconhecidos, abelhas foram as mais citadas.

Flores foram reconhecidas como principais fontes de alimento para os polinizadores, sendo que os agricultores também reconhecem a importância das plantas espontâneas como fonte de alimento. Entretanto, o cultivo de forragem e manutenção de plantas espontâneas foram pouco mencionadas como práticas positivas executadas em benefício dos polinizadores.

A maioria dos agricultores percebeu diminuição no tamanho das populações de abelhas e relacionaram o uso de agrotóxicos como principal causa dessa situação, mas poucos reconhecem outros importantes fatores, tais como a destruição de hábitat, como uma possível causa.

O não uso de agrotóxico foi a prática positiva mais mencionada, ao passo que a sua utilização foi a principal prática negativa relatada pela maioria dos agricultores. Além do não uso de agrotóxicos, poucas práticas positivas são adotadas pelos agricultores, e destaca-se que mais de 1/3 dos convencionais não sabem se adotam práticas negativas.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar dos agricultores reconhecerem a importância dos polinizadores, este estudo permitiu identificar lacunas de conhecimento sobre práticas negativas que os prejudicam, bem como sobre práticas positivas importantes para a conservação e manutenção destes agentes nas propriedades.

Portanto, cabe aos órgãos governamentais (EMATER, Secretarias Estaduais e Municipais de Agricultura e Meio Ambiente) responsáveis em orientar e assistir os agricultores, bem como, ao meio acadêmico responsável pela produção do conhecimento científico, a construção conjunta de ações voltadas à conscientização dos agricultores sobre a importância desses fatores na manutenção dos polinizadores em áreas de cultivo. Tais ações poderão contribuir para a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis pelos agricultores e resultar na manutenção dos serviços de polinização e produtividade das culturas.

Além disso, sugere-se a inclusão de componentes curriculares que abordem a importância ecológica e econômica da polinização, especialmente em cursos técnicos agrícolas, graduação em agronomia e áreas afins, bem como, o treinamento dos recursos humanos de entidades governamentais responsáveis em prestar assistência e orientação aos agricultores.

### **REFERÊNCIAS**

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <a href="http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\_cons/principal\_agrofit\_cons">http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\_cons/principal\_agrofit\_cons</a>. Acesso em: 23 jan. 2018.

ALARCON, G. G.; FANTINI, A. F.; SALVADOR, C. H. Benefícios locais da Mata Atlântica: evidências de comunidades rurais do sul do Brasil. **Ambiente & Sociedade,** v. 19, n.3, p. 87-110, 2016.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001.

ALTIERI. M, A. NICHOLLS, I. Agroecologia resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. **Ciência & Ambiente**, v. 27, p. 141-152, 2003.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meterologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, J. E. & FREITAS, B. M. Requerimentos de Polinização da Goiabeira. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1281-1286, 2007.

ALVES-DOS-SANTOS, I.; AIZEN, M.; SILVA, C. I. **Conservação dos polinizadores.** *In*: Rech, A. R. *et al.* (org.) Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 493-524, 2014.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e para o bem-estar humano. Texto para discussão. IE/UNICAMP, n. 155, fev. 2009.

ARENA, M. V. N.; MARTINES, M. R.; SILVA, T. N.; DESTÉFANI, F. C.; MASCOTTI, J. C. S.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; TOPP, R. H. Multiple-scale approach for evaluating the occupation of stingless bees in Atlantic forest patches. **Forest Ecology and Management**, v. 430, p. 509-516, 2018.

AZEVEDO, E. Alimentos orgânicos: ampliando os conceitos de saúde humana, ambiental e social. São Paulo: Editora Senac São Paulo, p. 386, 2012.

BATÁRY, P.; SUTCLIFFE, L.; DORMAMM, C. F.; TSCHARNTKE, T. Organic Farming Favours Insect-Pollinated over Non-Insect Pollinated Forbs in Meadows and Wheat Fields. **PLOS ONE**, v. 8, n. 1, 2013.

BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHÜLER, L.; PILLAR, V. P. **Dinâmica** dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. *In*: Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade/Valério De Patta Pillar... [et al.]. Editores. – Brasília: MMA, 2009. 403 p.

BENBROOK, C. M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. **Environmental Sciences Europe**, v. 28, n. 1, p. 1-15, 2016.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, 116-127, 2015.

BIANCHINI, V.; MEDAETS, J. P. P. **Da Revolução Verde à Agroecologia**: Plano Brasil Agroecológico. Disponível em: <a href="http://www.mda.gov.br/portalmda/sites/default/files/user\_arquivos\_195/Brasil%20Agroecol%C3%B3gico%2027-1113%20Artigo%20Bianchini%20e%20Jean%20Pierre.">http://www.mda.gov.br/portalmda/sites/default/files/user\_arquivos\_195/Brasil%20Agroecol%C3%B3gico%2027-1113%20Artigo%20Bianchini%20e%20Jean%20Pierre.</a> pdf>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BIESMEIJER, J. C.; ROBERTS, S. P. M.; REEMER, M.; OHLEMULLER, R.; EDWARDS, M.; PEETERS, T.; SCHAFFERS, A. P.; POTTS, S. G.; KLEUKERS, R.; THOMAS, C. D.; SETTELE, J.; KUNIN, W. E. Parallel declines in pollinators and

insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. **Science**, v. 313, p. 351-354. 2006.

BLAAUW, B. R.; ISAACS, R. Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 4, p. 890-898, 2014.

BLACQUIÈRE, T.; SMAGGHE, G.; VAN GESTEL, C. A. M.; MOMMAERTS, V. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. **Ecotoxicology**, v. 21, n. 4, p. 973-992, 2012.

BOMBARDI, L. M. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida.** Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.190 p.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017. 296 p.

BOMBARDI, L. M. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. **Boletim DATALUTA**, setembro de 2011.

BOMMARCO, R.; MARINI, L.; VAISSIÈRE, B. E. Insect pollination enhances seed yield quality and market value in oilseed rape. **Oecologie** v. 169, n. 4, p. 1025-1032. 2012.

BONINI, I.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; MATRICARDI, E.; PHILLIPS, O.; PETTER, F.; OLIVEIRA, B.; MARIMONA, B. S. Collapse of ecosystem carbon stocks due to forest conversion to soybean plantations at the Amazon-Cerrado transition. **Forest Ecology and Management**, v. 414, p. 64-73, 2018.

BORBA-SANTOS, A. **Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de tomateiros (Solanum lycopersicum L.) em cultivos orgânicos tradicionais.** 2009. Dissertação de Mestrado — Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, SG, 2009.

BRASIL. **Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012.** Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2004-2006/2006/decreto/d5981.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/\_ato2004-2006/2006/decreto/d5981.htm</a> Acesso em: 24 jan. 2018.

BRASIL. Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017.

BRASIL. **Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003.** Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Brasília. Disponível em: <a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/2003/l10.831.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/leis/2003/l10.831.htm</a>. Acesso em: 24 mar. 2018.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <a href="http://www.planalto.gov.br/ccivil03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm">http://www.planalto.gov.br/ccivil03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm</a> Acesso em: 18 jun. 2018.

BRASIL. Lei 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Brasília, 12/07/1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil\_03/Leis/L7802.htm>. Acesso em: 24 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa n. 007,** de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos

orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil. Brasília, 17/05/1999. Seção 1, p. 11-14.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) (2017). Disponível em:

<a href="http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos">http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos</a> Acesso em: 20 mai. 2018.

BUCHMANN, S. L.; NABHAN, G. P. **The Forgotten Pollinators.** Washington Island Press, 292 p., 1997.

CAMARGO, A. R.; AMARAL, A. R.; KOVHAUTT, M. R. C.; TISSOT, T. R. G.; KARNIKOWSKI, M. J. **Agroecologia e agricultura familiar no Território Fronteira Noroeste - RS**. In: Núcleo de extensão territorial – articulando redes de saberes e fazeres sustentáveis. MELLER & MORAES (Org.). 1ª ed. Santa Rosa, RS: Instituto Federal Farroupilha, 2016. 137 p.

CARDOSO, J. C. F.; VIANA, M. L.; MATIAS, R.; FURTADO, M. T.; CAETANO, A. P. S.; CONSOLARO, H.; BRITO, V. L. G. Towards a unified terminology for angiosperm reproductive systems. **Acta Botanica Brasilica**, v. 32, n. 3, p. 329-348, 2018.

CARNEIRO, F.F.; AUGUSTO, L.G. da S.; RIGOTTO, R.M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A.C. (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. 624 p.

CARVALHEIRO, L. G.; SEYMOUR, C. L.; NICOLSON, S. W.; VELDTMAN, R. Creating patches of native flowers facilitates crop pollination in large agricultural fields: mango as a case study. **Journal of Applied Ecology**, v. 49, p. 1373-1383, 2012.

CARVALHO, S. M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; BUENO FILHO, J. S. S.; BAPTISTA, A. P. M. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura

para a abelha africanizada *Apis Mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 597-606, 2009.

CAVALCANTE, M. C. Visitantes Florais e Polinização da Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em Cultivo na Amazônia Central. 2008. Dissertação (Mestrado) – Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2008.

CEVS/SES. Centro de Vigilância em Saúde da Secretaria da Saúde/Secretaria Estadual da Saúde. **Relatório Final. Levantamento do uso e da criticidade dos agrotóxicos usados no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Talha-Mar Soluções Ambientais, 2010. 373 p.

CHILDE, G. A evolução cultural do homem. Rio de Janeiro: Zahar, 1996.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. **Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul**. *In*: Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade / Valério De Patta Pillar... [et al.]. Editores. – Brasília: MMA, 2009. 403 p.

COSTA, L. M.; GRELLA, T. C.; BARBOSA, R. A.; MALASPINA, O.; NOCELLI, R. C. F. Determination of acute lethal doses (LD50 and LC50) of imidacloprid for the native bee *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 62, p. 578-582, 2016.

CRUZ, A. S.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; BUENO, O. C.; MALASPINA, O. Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honeybee (*Apis mellifera* L.) larvae: Morphological alterations in the midgut of *A. mellifera*. **Cell Biology and Toxicology**, v. 26, p. 165-176, 2010.

CULLEY, T. M.; WELLER, S. G.; SAKAI, A. K. The evolution of wind pollination in angiosperms. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 17, n. 8, p. 361-369, 2002.

CUNHA, D. A. S.; NÓBREGA, M. A. S.; ANTONIALLI JUNIOR, W. F. Insetos Polinizadores em Sistemas Agrícolas. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas,

Agrárias e da Saúde, v. 18, n. 4, 2014. Disponível em: <a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26042166005">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26042166005</a>> Acesso em: 9 mai. 2018.

DAILY, G.C. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Washington, DC.: Island Press, 1997.

DAVID, A.; BOTÍAS, C.; ABDUL-SADA, A.; NICHOLLS, E.; ROTHERAY, E. L.; HILL, E. M.; GOULSON, D. Widespread contamination of wildflower and bee-collected pollen with complex mixtures of neonicotinoids and fungicides commonly applied to crops. **Environment International**, v. 88, p. 169-178, 2016.

DE AGUIAR, W. M.; SOFIA, S. H.; MELO, G. A.; GAGLIANONE, M. C.; Changes in Orchid Bee communities across Forest-Agroecosystem Boundaries in Brazilian Atlantic Forest Landscapes. **Environmental Entomology**, v. 44, n. 6, p. 1465-1471, 2015.

DEPRÁ, M. S.; DELAQUA, G. C. G.; FREITAS, L.; GAGLIANONE, M. C. Pollination deficit in open-field tomato crops (*Solanum lycopersicum* I., Solanaceae) in Rio de Janeiro state, southeast Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, v. 12, n. 1, p. 1-8, 2014.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 81-106, 2007.

DORNELES, A. L.; ROSA, A. S.; BLOCHTEIN, B. Toxicity of organophosphorus pesticides to the stingless bees *Scaptotrigona bipunctata* and *Tetragonisca fiebrigi*. **Apidologie**, v. 48, n. 4, p. 1-9, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed., Brasília, 2013. 353 p.

ENDRESS, P. K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers.** Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

EUROPEAN CROP PROTECTION (ECPA). Agricultural productivity and pollinator protection. **Pollinators and agriculture**, August 2013. 46 p.

FAEGRI, K. & PIJL, L. van der. **The principles of pollination ecology**. Pergamon Press, New York, 1980.

FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The Principles of Pollination Ecology**. 3. ed. Oxford, Pergamon Press, 1979.

FAO (Food and Agriculture Organization). **Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture – the international response**. p. 19-25. *In*: B.M. Freitas & J.O.B. Portela (eds.). Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza,CE, 2004. 285 p.

FERREIRA, F. M. C. A polinização como um serviço do ecossistema: uma estratégia econômica para a conservação. 2008. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: <a href="http://pos.icb.ufmg.br/pgecologia/teses/T47\_Flavia\_monteiro\_coelho.pdf">http://pos.icb.ufmg.br/pgecologia/teses/T47\_Flavia\_monteiro\_coelho.pdf</a>. Acesso em: 10 jan. 2017.

FERREIRA, P. A.; BOSCOLO, D.; CARVALHEIRO, L. G.; BIESMEIJER, J. C.; ROCHA, P. L.; VIANA, B. F. Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. **Landscape Ecology**, p. 1-12, 2015.

FERREIRA, P. A.; BOSCOLO, D.; VIANA, B. F. What do we know about the effects of landscape changes on plant-pollinator interaction networks? **Ecological Indicators**, v. 31, p. 35-40, 2013.

FIJEN, T. P. M.; SCHEPER, J. A.; BOOM, T. M.; JANSSEN, N.; RAEMAKERS, I.; KLEIJN, D. Insect pollination is at least as important for marketable crop yield as plant quality in a seed crop. **Ecology Letters**, v. 21, n. 11, p. 1704-1713, 2018.

FISCHER, E.; ARAÚJO, A. C.; GONÇALVES, F. **Polinização por vertebrados**. *In*: Rech, A. R. *et al*. (org.) Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 311-326, 2014.

FONSECA, L. N. **Preservação ambiental e crescimento econômico no Brasil.** 2003. Dissertação de Mestrado — Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2003. Disponível em: <a href="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf?sequence="https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf">https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5570/000428078.pdf</a>

FONSECA, M. F. A. C. Agricultura Orgânica: regulamentos técnicos e acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil. Niterói: PESAGRO-RIO, 2009.

FORTES, A. B. **Zonas fisiográficas**. In: Geografia física do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Globo. 1959.

FREITAS, B. M. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, São Paulo, v. 80, p. 44-46, 2005.

FREITAS, B. M. & PINHEIRO, J.N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 282-298, 2010.

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

FREITAS, B. M.; PACHECO FILHO, A. J. S.; ANDRADE, P. B.; LEMOS, C. Q.; ROCHA, E. E. M.; PEREIRA, N. O.; BEZERRA, A. D. M.; NOGUEIRA, D. S.; ALENCAR, R. L.; ROCHA, R. F.; MENDONÇA, K. S. Forest remnants enhance wild pollinator visits to cashew flowers and mitigate pollination deficit in NE Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, v. 12, p. 22-30, 2014.

FREITAS, B.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; MEDINA, L.M.; KLEINERT, A.M. P.; GALLETO, L.; NATES-PARRA, G. & QUEZADA-EUÁN, J.J.G. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. **Apidologie**, v. 40, p. 332-346, 2009.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (2018). **Perfil socioeconômico. Coredes**. Corede Missões. Disponível em: <a href="https://www.fee.rs.gov.br/perfilsocioeconomico/coredes/detalhe/?corede=Miss%F5es">https://www.fee.rs.gov.br/perfilsocioeconomico/coredes/detalhe/?corede=Miss%F5es</a>. Acesso em: 15 mar. 2018.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (2018). **RS em números – 2017**. Disponível em: <a href="https://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/20170918rs-em-numeros-2017.pdf">https://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/20170918rs-em-numeros-2017.pdf</a>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

GAGLIANONE, M. C.; ROCHA, H. H. S.; BENEVIDES, C. R.; JUNQUEIRA, C. N.; AUGUSTO, S. C. Importância de Centridini (Apidae) na Polinização de Plantas de Interesse Agrícola: o Maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis) como Estudo de Caso na Região Sudeste do Brasil". **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 152-164, 2010.

GALLAI, N.; SALLES, J. M.; SETTELE, J.; VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009.

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; KREMEN, C.; MORALES, J. M.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. **Ecology Letters**, v. 14, n. 10, p. 1062-1072, 2011.

GARIBALDI, L. A.; CARVALHEIRO, L. G.; LEONHARDT, S. D.; AIZEN, M. A.; BLAAUW, B. R.; ISAACS, R.; KUHLMANN, M.; KLEIJN, D.; KLEIN, A. M.; KREMEN, C.; MORANDIN, L.; SCHEPER, J.; WINFREE, R. From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 12, n. 8, p. 439-447, 2014.

GARIBALDI, L. A.; CARVALHEIRO, L. G.; VAISSIERE, B. E.; GEMMILL-HERREN, B.; HIPOLITO, J.; FREITAS, B. M.; et al. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. **Science**, v. 351, p. 388-391, 2016.

GARIBALDI, L. A.; DONDO, M.; FREITAS, B. M.; HIPÓLITO, J.; PIRES, C. S. S.; SALES, V.; VIANA, B.; VILAR, M. B. **Aplicações do protocolo de avaliação socioeconômica de práticas amigáveis aos polinizadores no Brasil**. Rio de Janeiro: Funbio, 2015.

GARIBALDI, L. A.; GEMMILL-HERREN, B.; D'ANNOLFO, R.; GRAEUB, B. E.; CUNNINGHAM, S. A.; BREEZE, T. D. Farming Approaches for Greater Biodiversity, Livelihoods, and Food Security. **Trends in Ecology & Evolution**, 2016.

GARRATT, M. P. D.; BREEZE, T. D.; JENNER, N.; POLCE, C.; BIESMEIJER, J. C.; POTTS, S. G. Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 184, n. 100, p. 34-40, 2014.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The Crop Dependence for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; CORDEIRO, G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; BIESMEIJER, J.; GARIBALDI, L. A. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. **PLOS ONE**, v. 12, n. 8, 2017.

GONÇALVES, L. S. Consequências do desaparecimento (CCD) das Abelhas no Agronegócio Apícola Internacional e em especial no Brasil. **Anais do X Encontro sobre Abelhas de Ribeirão Preto**. p. 24-25. Funpec Editora, 2012.

HAGEN, M.; KISSLING, D. W.; RASMUSSEN, C.; DE AGUIAR, M. A. M.; BROWN, L.; CARSTENSEN, D. W.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; DUPONT, Y. L.; EDWARDS, F. K.; GENINI, J.; GUIMARAES, J. R. P.; JENKINS, G. B.; JORDANO, P.; KAISER-

BUNBURY, C. N.; LEDGER, M.; MAIA, K. P.; DARCIE MARQUITTI, F. M.; MCLAUGHLIN, O.; MORELLATO, L. P. C.; O'GORMAN, E. J.; TROJELSGAARD, K.; TYLIANAKIS, J. M.; VIDAL, M. M.; WOODWARD, G.; OLESEN, J. M. Biodiversity, species interactions and ecological networks in a fragmented world. **Advances in Ecological Research,** v. 46, p. 89-210, 2012.

HAMERSCHMIDT, I.; VEIGA SILVA, J. C. B.; LIZARELLI, P. H. **Agricultura orgânica**. Curitiba, 2000. 68 p.

HAWESA, C.; SQUIREA, G. R.; HALLETT, P. D.; WATSONB, C. A.; YOUNG, M. Arable plant communities as indicators of farming practice. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 138, p. 17-26, 2010.

HERBERT, L. T.; VÁZQUEZ, D. E.; ARENAS, A.; FARINA, W. M. Effects of field-realistic doses of glyphosate on honey bee appetitive behaviour. **Journal of Experimental Biology**, v. 217, p. 3457-3464, 2014.

HESPANHOL, R. A. M. Perspectivas da agricultura sustentável no Brasil. Confins. n. 2, 2008. Disponível em: <a href="http://confins.revues.org/document2353html">http://confins.revues.org/document2353html</a>. Acesso em: 20 out. 2016.

HIPÓLITO, J.; BOSCOLO, D.; VIANA, B. F. Landscape and crop management strategies to conserve pollination services and increase yields in tropical coffee farms. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 256, p. 218-225, 2018.

HIPÓLITO, J.; VIANA, B. F.; GARIBALDI, L. A. The value of pollinator-friendly practices: Synergies between natural and anthropogenic assets Agriculture. **Basic and Applied Ecology**, v. 17, p. 659-667, 2016.

HOFFMANN, R. A agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no brasil? **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 21, n. 1, p. 417-421, 2014.

HOLZSCHUH, A.; STEFFAN-DERWENTER, I.; KLEIJN, D.; TSCHARNTKE, T. 2007. Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: Effects of farming system, landscape

composition and regional context. **Journal of Applied Ecology**, v. 44, p. 41-49, 2007.

HOLZSCHUH, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. **Oikos**, v. 117, n. 3, p. 354-361, 2008.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Relatórios de comercialização de agrotóxicos: Histórico de comercialização de Químicos e Biológicos: 2000 - 2016. Disponível em: <a href="http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatoriosdecomercializacaodeagrotoxicos#boletinsanuais">http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatoriosdecomercializacaodeagrotoxicos#boletinsanuais</a>. Acesso em: 16 jan. 2018.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Centro de Sensoriamento Remoto.** Disponível em: <a href="http://siscom.ibama.gov.br">http://siscom.ibama.gov.br</a>. Acesso em: 01 set. 2018.

IBGE. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de biomas do Brasil. IBGE 2004. Disponível em: <a href="http://www.ibge.gov.br">http://www.ibge.gov.br</a>. Acesso em 05 jan. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <a href="https://biblioteca.ibge.gov.br">https://biblioteca.ibge.gov.br</a>. Acesso em: 30 mar. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <a href="http://censo2010.ibge.gov.br">http://censo2010.ibge.gov.br</a>. Acesso em: 21 dez. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira.** IBGE, Rio de Janeiro, 2012. 271 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A. & SARAIVA, A. M. (Eds.). Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo, EDUSP, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; JOLY, C. A. **Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES)**. *In*: CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global. DF, 2017. 124 p.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.

IPBES (INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES). Summary for policymakers of the thematic assessment on pollinators, pollination and food production. **Kuala Lumpur**, p. 22-28, 2016.

JESCHKE, P., NAUEN, R., SCHINDLER, M. & ELBERT, A. *Overview of the Status and Global Strategy for Neonicotinoids*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 2897-2908, 2011.

JUNQUEIRA, C. N.; AUGUSTO, S. C. Bigger and sweeter passion fruits: effect of pollinator enhancement on fruit production and quality. **Apidologie**, v. 48, n. 2, p. 131-140, 2016.

KARAM, D.; SILVA, W. T.; LANDAU, E. C.; RIOS, J. N. G.; FERNANDES, R. C. **Monitoramento de propriedades rurais quanto ao potencial do risco de uso de agrotóxicos.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 33, 2014. Disponível em: <a href="https://www.embrapa.br/buscadepublicacoes//publicacao/1012131/monitoramento-de-propriedades-rurais-quanto-ao-potencial-do-risco-de-uso-de-agrotoxicos">https://www.embrapa.br/buscadepublicacoes//publicacao/1012131/monitoramento-de-propriedades-rurais-quanto-ao-potencial-do-risco-de-uso-de-agrotoxicos</a>. Acesso em: 27 jan. 2018.

KEARNS, C. A.; INOUYE, D. W.; WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant- pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 83-112, 1998.

KENNEDY, C. M.; LONSDORF, E.; NEEL, M. C.; WILLIAMS, N. M.; RICKETTS, T. H.; WINFREE, R.; BOMMARCO, R.; BRITTAIN, C.; BURLEY, A. L.; CARIVEAU, D.; CARVALHEIRO, L. G.; NATACHA, P. C.; CUNNINGHAM, S. A.; DANFORTH, B. N.; DUDENHÖFFER, J. H.; ELLE, E.; GAINES, H. R.; GARIBALDI, L. A.; GRATTON, C.; HOLZSCHUH, A.; ISAACS, R.; JAVOREK, S. K.; JHA, S.; KLEIN, A. M.; KREWENKA, K.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M. M.; MORANDIN, L.; NEAME, L. A.; OTIENO, M.; PARK, M.; POTTS, S. G.; RUNDLÖF, M.; SAEZ, A.; STEFFANDEWENTER, I.; TAKI, H.; VIANA, B. F.; WESTPHAL, C.; WILSON, J. K.; GREENLEAF, S. S.; KREMEN, C. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. **Ecology Letters**, v. 16, p. 584-599, 2013.

KLATT, B. K.; HOLZSCHUH, A.; WESTPHAL, C.; CLOUGH, Y.; SMIT, I.; PAWELZIK, E.; TSCHARNTKE, T. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1775, 2013.

KLEIJN, D.; WINFREE, R.; BARTOMEUS, I.; CARVALHEIRO, L. G.; HENRY, M.; ISAACS, R.; KLEIN, A-M.; KREMEN, C.; M'GONIGLE, L. K.; RADER, R.; RICKETTS, T. H.; WILLIAMS, N. M.; ADAMSON, N. L.; ASCHER, J. S.; BÁLDI, A.; BATÁRY, P.; BENJAMIN, F.; BIESMEIJER, J. C.; BLITZER, E. J.; BOMMARCO, R.; BRAND, M. R.; BRETAGNOLLE, V.; BUTTON, L.; CARIVEAU, D. P.; CHIFFLET, R.; COLVILLE, J. F.; DANFORTH, B. N.; ELLE, E.; GARRATT, M. P. D.; HERZOG, F.; HOLZSCHUH, A.; HOWLETT, B. G.; JAUKER, F.; JHA, S.; KNOP, E.; KREWENKA, K. M.; FÉON, V. L.; MANDELIK, Y.; MAY, E. A.; PARK, M. G.; PISANTY, G.; REEMER, M.; RIEDINGER, V.; ROLLIN, O.; RUNDLÖF, M.; SARDINÃS, H. S.; SCHEPER, J.; SCILIGO A. R.; SMITH, H. G.; STEFFANDEWENTER, I; THORP, R.; TSCHARNTKE, T.; VERHULST, J.; VIANA, B. F.; VAISSIÈRE, B. E.; VELDMAN, R.; WARD, K. L.; WESTPHAL, C.; POTTS, S.G. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. **Nature Communications**, v. 6, n. 7414, 2016.

KLEIN, A.M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, p. 303-313, 2007.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; AIZEN, M. A.; GEMMILL-HERREN, B.; LEBUHN, G.; MINCKLEY, R.; PACKER, L.; POTTS, S. G.; ROULSTON, T.; STEFFAN-DEWENTER, I.; VAZQUEZ, D.; WINFREE, R.; ADAMS, L.; CRONE, E. E.; GREENLEAF, S. S.; KEITT, T. H.; KLEIN, A.; REGETZ, J.; RICKETTS, T. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land use change. **Ecology Letters**, v. 10, n. 4, p. 299-314, 2007.

LONDRES, F. Agrotóxicos no Brasil. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2011. 190 p.

MADER, E.; SPIVAK, M.; EVANS, E. Managing Alternative Pollinators: A Handbook for Beekeepers, Growers, and Conservationists. NRAES, 186. New York, Ithaca, 2010. 170 p.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (Apinae, Meliponini) Be Effective as Strawberry Pollinator in Greenhouses? **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, n. 7, p. 771-773, 2004.

MALASPINA, O.; SOUZA, T. F.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; CRUZ, A. S.; JESUS, D. **Efeitos provocados por agrotóxicos em abelhas no Brasil**. In: ANAIS DO ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8. Ribeirão Preto, 2008. Anais... Ribeirão Preto: FUNPEC, Universidade de São Paulo, p. 41-48, 2008.

MALERBO-SOUZA, D.; NOGUEIRA-COUTO, R.; COUTO, L. & SOUZA, J. Atrativo para as Abelhas *Apis mellifera* e Polinização em Café (*Coffea arabica* L.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 4, p. 272-278, 2003.

MATSON, P. A. et al. Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. **Science**, v. 277, p. 504-509, 1997.

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.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

MCGREGOR, S. E. Insect pollination of cultivated crop-plants. U.S.D.A. **Agriculture Handbook,** n. 496, p. 93-98, 1976. Disponível em: <a href="http://gears.tucson.ars.ag.gov/book/">http://gears.tucson.ars.ag.gov/book/</a>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

MELLER, C. B. Tecer, lançar e recolher redes de saberes ambientais de atores sociais envolvidos com a suinocultura. 2007. Tese de Doutorado em Educação – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2007.

MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: The John Hopkins University Press, 2007.

MINETTO, M. C. Motivação e perfil da agricultura familiar na produção de alimentos orgânicos nas regiões Fronteira Noroeste e Missões do RS. In: Núcleo de extensão territorial – articulando redes de saberes e fazeres sustentáveis. MELLER & MORAES (Org.). 1ª ed. Santa Rosa, RS: Instituto Federal Farroupilha, 2016. 137 p.

MORANDIN, L. A.; WINSTON, M. L.; ABBOTT, V. A.; FRANKLIN, M. T. Can pastureland increase wild bee abundance in agriculturally intense areas? **Basic and Applied Ecology**, v. 8, -p. 117-124, 2007.

MULLIN, C. A.; FRAZIER, M.; FRAZIER, J. L.; ASHCRAFT, S.; SIMONDS, R.; van ENGELSDORP, D.; PETTIS, J. S. High Levels of Miticides and Agrochemicals in North American Apiaries: Implications for Honey Bee Health. **PLOS ONE**, v. 5, n. 3, 2010.

NADIA, T. L.; MACHADO, I. C. **Polinização por dípteros.** *In*: Rech, A. R. *et al.* (org.) Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 277-290, 2014.

NEY, M. G.; HOFFMANN, R. Educação, concentração fundiária e desigualdade de rendimentos no meio rural brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural,** v.47, n.1, 2009.

NOVAIS, S. M. A.; NUNES, C. A.; SANTOS, N. B.; D`AMICO, A. R.; FERNANDES, G. W.; QUESADA, M.; BRAGA, R. F. NEVES, A. C. O. Effects of a possible pollinator crisis on food crop production in Brazil. **PLOS ONE**, v. 11, n. 11, 2016.

OLDROYD, B. P. What's killing american honey bees? **PLOS Biology**, v. 5, n. 6, 2007. Disponível em: <a href="http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0050168">http://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0050168</a>>. Acesso em: 01 fev. 2018.

OLIVEIRA, P. E.; MARUYAMA, P. K. **Sistemas reprodutivos**. *In*: Rech, A. R. *et al*. (org.) Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 71-92, 2014. OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a Manageable Pollinator for Acerola Orchards: the Solitary Oil-collecting Bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 1, p. 265-273, 2009.

OLIVEIRA, R. A.; ROAT, T. C.; CARVALHO, S. M.; MALASPINA, O. Side-Effects of Thiamethoxam on the Brain and Midgut of the Africanized Honeybee *Apis mellifera* (Hymenopptera: Apidae). **Environmental Toxicology**, v. 29, n. 10, p. 1122-1133, 2014.

OLLERTON, J. Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 48, p. 353-376, 2017.

OLLERTON, J.; KILLICK, A.; LAMBORN, E.; WATTS, S.; WHISTON, M. Multiple Meanings and Modes: On the Many Ways to Be a Generalist Flower. **Taxon**, v. 56, n. 3, p. 717-728, 2007.

OLLERTON, J.; PRICE, V.; ARMBRUSTER, W. S.; MEMMOTT, J.; WATTS, S.; WASER, N. M.; TOTLAND, Ø.; GOULSON, D.; ALARCÓN, R.; STOUT, J. C.; TARRANT, S. Overplaying the role of honey bees as pollinators: a comment on Aebi and Neumann 2011. **Trends in Ecology & Evolution**, 27, p. 141-142, 2012.

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

OVERBECK, G. E.; MULLER, S. C.; FIDELIS, A.; PFADENHAUER, J.; PILLAR, V. D.; BLANCO, C. C.; BOLDRINI, I. I.; BOTH, R.; FORNECK, E. D. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, p. 101-116, 2007.

PAULINO-NETO, H. P. **Polinização por besouros.** *In*: Rech, A. R. *et al.* (org.) Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 259-275, 2014.

PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B; SILVA, L. R. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. UFPR, **Revista de Economia**, v. 36, n. 1, p. 27-48, 2010.

PENTEADO, S. R. **Agricultura orgânica: série produtor rural.** Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2001. 41 p.

PEREIRA, J. P.; BASSO, L.A.; GARIBOTTI, V. **Espacialização do Uso de Agrotóxico por Região de Saúde no RS.** 2014. 121 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, curso de graduação em Geografia, Porto Alegre, 2014.

PEREIRA, R. A. S. **Polinização por vespas.** *In*: Rech, A. R. *et al.* (org.) Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 291-309, 2014.

PERES, F., MOREIRA, J. C., DUNOIS, G. S. É veneno ou é remédio? **Agrotóxicos,** saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

PINHEIRO, M. et al. **Polinização por abelhas.** *In*: Rech, A. R. *et al.* (org.) Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 205-233, 2014.

PIRES, C. S. S.; PEREIRA, F. M.; LOPES, M. T. R.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O.; PETTIS, J. S.; TEIXEIRA, E. W. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 422-442, 2016.

PIRES, V. C.; SILVEIRA, F. A.; SUJII, E. R.; TOREZANI, K.R.S.; RODRIGUES, W. A.; ALBUQUERQUE, F. A.; RODRIGUES, S. M. M.; SALOMÃO, A. N.; PIRES, C. S. S. Importance of bee pollination for cotton production in conventional and organic farms in Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, v. 13, n. 16, p. 151-160, 2014.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; GET, W. E. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

POTTS, S. G.; BRADBURY, R. B.; MORTIMER, S.; WOODCOCK, B. W. Commentary on: Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. **Ecology Letters**, v. 9, p. 254-256. 2006.

POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; 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. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, v. 540, p. 220-229, 2016.

POTTS, S. G.; WOODCOCK, B. A.; ROBERTS, S. P. M.; TSCHEULIN, T.; PILGRIM, E. S.; BROWN, V. K.; TALLOVIN, J. R. Enhancing pollinator biodiversity in intensive grasslands. **Journal of Applied Ecology**, v. 46, p. 369-379, 2009.

PYWELL, R. F.; HEARD, M. S.; WOODCOCK, B. A.; HINSLEY, S.; RIDDING, L.; NOWAKOWSKI, M. et al. Wildlife-friendly farming increases crop yield: evidence for ecological intensification. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 282, 2015.

RAMOS, D. DE L.; BUSTAMANTE, M. M. C.; SILVIA F. D. DA S. E; CARVALHEIROI, L. G. Crop fertilization affects pollination service provision – Common bean as a case study. **PLOS ONE**, v. 13, n. 11, 2018.

R CORE TEAM (2017). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <a href="https://www.R-project.org/">https://www.R-project.org/</a>.

RECH, A. R.; BERGAMO, P. J.; FIGUEIREDO, R. A. **Polinização abiótica.** *In*: Rech, A. R. *et al.* (org.) Biologia da polinização. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, p. 183-204, 2014.

REGANOLD, J. P. & WACHTER, J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature Plants**, v. 2, 2016.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

RIBEIRO, M. F.; SILVA, E. M. S.; LIMA JÚNIOR, I. O.; KIILL, L. H. P. Honey bees (*Apis mellifera*) visiting flowers of yellow melon (*Cucumis melo*) using different number of hives. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1768-1773, 2015.

RICKETTS, T. H.; REGETZ, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; BOGDANSKI, A. et al. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, p. 499-515, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. **Cadernos de Regionalização: Região Funcional 7**. Plano Plurianual 2016-2019, Porto Alegre, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. **Perfil Socioeconômico COREDE Fronteira Noroeste**. Porto Alegre, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. **Perfil Socioeconômico COREDE Missões**. Porto Alegre, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. **RS em números: 2017**. Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: <a href="https://www.fee.rs.gov.br/">https://www.fee.rs.gov.br/</a>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

RIO GRANDE DO SUL. **Sistema de monitoramento da biodiversidade**. 1ª. ed. - Porto Alegre: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler; Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, p. 63, 2016.

ROAT, T. C.; CARVALHO, S. M.; PALMA, M. S.; MALASPINA, O. Biochemical response of the africanized honeybee exposed to fipronil. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 36, n. 6, p. 1652-1660, 2017.

ROSA, A. S.; BLOCHTEIN, B.; LIMA, D. K. Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 2, p. 255-259. 2011.

ROSA, A. S.; TEIXEIRA, J. S. G.; VOLLET-NETO, A.; QUEIROZ, E. P.; BLOCHTEIN, B.; PIRES, C. S. S.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Consumption of the neonicotinoid thiamethoxam during the larval stage affects the survival and development of the stingless bee. **Scaptotrigona aff. Depilis. Apidologie**, v. 47, n. 6, p. 729-738, 2016.

ROUBIK, D. W. **Pollination of Cultivated Plants in the Tropics**. Rome, Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1995.

ROULSTON, T. H.; GOODELL, K. The Role of Resources and Risks in Regulating Wild Bee Populations. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 293-312, 2011.

RUNDLÖF, M.; SMITH, H. G. The effect of organic farming on butterfly diversity depends on landscape context. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, p. 1121-1127, 2006.

SANTILLI, J. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. São Paulo: Peirópolis, 2009. 519 p.

SANTOS, A. O. R.; BARTELLI, B. F.; NOGUEIRA-FERREIRA, F. H. Potential pollinators of tomato, *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae), in open crops and the effect of a solitary bee in fruit set and quality. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 3, p. 987-994, 2014.

SARAIVA, A. M.; ACOSTA, A. L.; GIANNINI, T. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; DE MARCO JR., P. *Bombus terrestris* na America do Sul: Possíveis rotas de invasão deste polinizador exótico até o Brasil. p. 315-334. *In*: Imperatriz-Fonseca, V. L.; Canhos, D. A. L.; Alves, D. A.; Saraiva, A. M. (Org.). **Polinizadores no Brasil:** Contribuição e Perspectivas para a Biodiversidade, Uso Sustentável, Conservação e Serviços Ambientais. 1ª ed. São Paulo, EDUSP, 2012. 488 p.

SATURNI, F. T.; JAFFÉ, R.; METZGER, J. P. Landscape structure influences bee community and coffee pollination at different spatial scales. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 235, p. 1-12, 2016.

SEIDE, V. E.; BERNARDES, R. C.; PEREIRA, E. J. G.; LIMA, M. A. P. Glyphosate is lethal and cry toxins alter the development of the stingless bee *Melipona quadrifasciata*. **Environmental Pollution**, v. 43 B, p. 1454-1860, 2018.

SHUTTLEWORTH, A.; JOHNSON, S. D. The *Hemipepsis* wasppollination system in South Africa: a comparative analysis of trait convergence in a highly specialized plant guild. **Botanical Journal of the Linnean Society,** v. 168, p. 278-299, 2012.

SILVA, E.; FREITAS, B.; DA SILVA, L.; DE OLIVEIRA CRUZ, D.; BOMFIM, I. "Biologia Floral do Pimentão (*Capsicum annuum*) e a Utilização da Abelha Jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como Polinizador em Cultivo Protegido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 3, p. 386-390, 2005.

SILVA, W. R.; SAZIMA, M. Hawkmoth pollination in *Cereus peruvianus*, a columnar cactus from southeastern Brazil. **Flora**, v. 190, p. 339-343, 1995.

SLUIJS, J. P.; SIMON-DELSO, N.; GOULSON, D.; MAXIM, L.; BONMATIN, J. M.; BELZUNCES, L. P. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, p. 293-305, 2013.

SMITH, T. J.; MAYFIELD, M. M. The effect of habitat fragmentation on the bee visitor assemblages of three Australian tropical rainforest tree species. **Ecology and Evolution**, v. 8, p. 8204-8216, 2018.

SOARES, H. M.; JACOB, C. R. O.; CARVALHO, S. M.; NOCELLI, R. C. F.; MALASPINA, O. Toxicity of imidacloprid to the stingless bee *Scaptotrigona postica* Latreille, 1807 (Hymenoptera: Apidae). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 94, p. 675-680, 2015.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.

SOUZA, R. M. Polinização do Meloeiro *(Cucumis melo L.)* por Abelhas Melíferas *(Apis mellifera L.):* Requerimentos da Cultura e Manejo das Colônias. 2003. Tese (Doutorado) – Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2003.

SPANHOLI, M. L.; BARRETO, M. R. Uso popular de recursos vegetais e perfil socioeconomic de moradores de comunidades rurais de Sinop, Mato Grosso, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 1, p. 108-127, 2018.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 99, 2017.

SUTTER, L.; JEANNERET, P.; BARTUAL, A. M.; BOCCI, G. & ALBRECHT, M. Enhancing plant diversity in agricultural landscapes promotes both rare bees and

dominant crop-pollinating bees through complementary increase in key floral resources. **Journal of Applied. Ecology**, v. 54, p. 1856-1864, 2017.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF, B.; D'ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W. H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**, v. 292, n. 5515, p. 281-284, 2001.

TUCK, S. L.; WINQVIST, C.; MOTA, F.; AHNSTRÖM, J.; TURNBULL, L. A.; BENGTSSON, J. Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 3, p. 746-755, 2014.

VIANA, B. F; COUTINHO, J. G. E.; GARIBALDI, L. A.; GASTAGNINO, G. L. B.; GRAMACHO, K. P.; SILVA, F. O. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**, v. 14, n. 25, p. 261-269, 2014.

VIEIRA-FILHO, J. E. R. **Distribuição produtiva e tecnológica dos estabelecimentos agropecuários de menor porte e gestão familiar no Brasil**. *In*: CAMPOS, S. K.; NAVARRO, Z. (Org.). A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: ganhar tempo é possível? Brasília, DF: CGEE, 2013. p. 177-199.

WILCOCK, C.; NEILAND, R. Pollination failure in plants: why it happens and when it matters. **Trends in Plant Science**, v. 7, n. 6, p. 270-277, 2002.

WILLMER, P. **Pollination and Floral Ecology**. New Jersey, Princeton University Press, 2011.

WINFREE, R., WILLIAMS, N. M., GAINES, H., ASCHER, J. S. & KREMEN, C. Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. **Journal of Applied Ecology**, v. 45, p. 793-802, 2008.

WINFREE, R.; AGUILAR, R.; VÁZQUEZ, D. P.; LEBUHN, G; AIZEN, M. A. A meta-analysis of bees responses to anthropogenic disturbance. **Ecology**, v. 90, n. 8, p. 2068-2076, 2009.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P. Manual de boas práticas para o manejo e conservação de abelhas nativas (meliponíneos). 1. ed. - Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2014.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 58-65, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Genebra: Technical Report Series; 1990.

XIAO, Y.; LI, X.; CAO, Y.; DONG, M. The diverse effects of habitat fragmentation on plant–pollinator interactions. **Plant Ecology**, v. 217, n. 7, p. 857-868, 2016.

ZHU, W.; SCHMEHL, D. R.; MULLIN, C. A.; FRAZIER, J. L. Four common pesticides, their mixtures and a formulation solvent in the hive environment have high oral toxicity to honey bee larvae. **PLOS ONE**, v. 9, n. 1, 2014.

# **APÊNDICES**

# APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) UTILIZADO NAS ENTREVISTAS COM AGRICULTORES, 2017.

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Sou ESTELA MARIS BOURSCHEIDT, estudante do curso de Pós-Graduação Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) e estou desenvolvendo um trabalho sobre a importância dos polinizadores para agricultores da região Noroeste e Missões do Rio Grande do Sul. O título do trabalho em desenvolvimento é: "PERCEPÇÃO DE AGRICULTORES SOBRE A IMPORTÂNCIA DE POLINIZADORES E DO SERVIÇO DE POLINIZAÇÃO".

Além de mim, a outra pessoa que participará do trabalho é a Professora Dra. Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos, docente da UFFS e responsável por este projeto.

O objetivo do nosso trabalho é verificar o conhecimento dos agricultores sobre os polinizadores e os serviços de polinização.

Estamos conversando com você, pois sua pessoa foi indicada pelos técnicos da Emater, como uma possibilidade de contribuir com informações para a nossa pesquisa. Sua participação consistirá em responder uma entrevista que será aplicada através de um formulário, que irei lhe mostrar. O tempo de duração desta entrevista será de aproximadamente uma hora (01h:00m). A entrevista não será gravada e nem filmada.

Os itens do formulário de entrevista, divididos em dados socioeconômico, percepção ambiental, e conhecimento sobre o serviço de polinização, trazem perguntas simples que possivelmente não irão gerar desconforto para você. Mesmo assim, para minimizar as chances de ocorrência de riscos mínimos, tais como um constragimento decorrente das respostas, você tem a liberdade em desistir ou interromper a entrevista a qualquer momento, sem que haja qualquer prejuízo para você ou para a pesquisa. Além disso, o formulário de entrevista será previamente apresentado, podendo, após apresentação, você decidir se deseja ou não colaborar com a pesquisa.

Acreditamos que as perguntas do formulário de entrevista não têm alcance para gerar riscos em grau acima do aceitável. Além disso, você será informado, previamente, do conteúdo das perguntas e poderá decidir se deseja ou não colaborar com a pesquisa. No entanto, no caso da ocorrência de um risco não previsto, a coleta de dados será interrompida e não será retomada. Ainda, se for necessário, o pesquisador irá encaminhá-lo para a Unidade Básica de Saúde (UBS) a que você pertence.

Os benefícios diretos deste projeto de pesquisa estão relacionados a possibilidade de despertar em você o interesse para executar ações que visem a conservação dos polinizadores em sua propriedade e assim, contribuir para serviço de polinização e o aumento da produtividade das plantas que você cultiva.

É importante destacar que não temos nenhum objetivo financeiro e que os resultados da pesquisa serão apresentados na Universidade, em eventos e publicações científicas. Os

formulários serão identificados com seu nome, mas nenhum dado pessoal que possa identificá-lo será divulgado com os resultados da pesquisa e, caso não deseje, não incluiremos a sua identificação no formulário.

Caso concorde em participar, irei lhe pedir para assinar um termo e deixarei com o senhor uma via, a outra será guardada pela professora Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos, na Universidade.

Também é importante que você saiba que este trabalho apresenta "riscos mínimos" ligados a um possível constrangimento durante a entrevista, e que seus benefícios serão os seguintes: com os dados da pesquisa será possível verificar a percepção dos agricultores sobre a importância dos polinizadores e dos serviços de polinização. Além disso, ao final da pesquisa, os resultados serão transmitidos aos técnicos da Emater que poderão orientar os entrevistados sobre o manejo correto de polinizadores em suas propriedades.

Se o senhor ou a senhora tiver alguma dúvida basta me perguntar, ou nos procurar para falarmos mais. Nossos endereços são:

Comitê de Ética em Pesquisa/UFFS: Avenida General Osório, 413-D, Jardim Itália, Ed. Mantelli, 3º andar. CEP: 89.802-210 - Chapecó-SC, Telefone: (49) 2049-3745, E-mail: cep.uffs@uffs.edu.br.

Dra. Mardiore Tanara Pinheiro dos Santos/UFFS Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, Laboratórios 1, sala 105, Cerro Largo, RS: (55)3359-3979.

**Entrevistado**: Depois de saber sobre o que é a pesquisa, de como será feita, do direito que tenho de não participar ou desistir dela sem prejuízo para mim e de como os resultados serão usados, eu concordo em participar desta pesquisa.

Entrevistado				
Professora Mardi	ore Tanara Pinheir	o dos Santos		
Cerro	Largo,	de	 de	<del>.</del>

APÊNDICE B - CULTURAS PRODUZIDAS PELOS AGRICULTORES CONVENCIONAIS E ORGÂNICOS, 2017 (n = 108).

Pepino         24 (57,1)         24 (80,0)         48 (6           Bergamota         21 (50,0)         25 (83,3)         46 (6           Pëssego         21 (50,0)         20 (66,7)         41 (8           Tomate         16 (38,1)         21 (70,0)         37 (8           Mandioca         16 (38,1)         16 (53,3)         32 (4           Melao         17 (40,5)         13 (43,3)         30 (4           Beterraba         12 (28,6)         17 (56,7)         29 (4           Milho         15 (35,7)         14 (46,7)         29 (4           Alface         8 (19,0)         19 (63,3)         27 (3           Abobrinha         15 (35,7)         11 (36,7)         26 (3           Moranguinho         15 (35,7)         11 (36,7)         26 (3           Melancia         13 (31,0)         12 (40,0)         25 (3           Repolho         12 (28,6)         11 (36,7)         23 (3           Feijāo         9 (21,4)         13 (43,3)         22 (3           Feijāo         9 (21,4)         11 (36,7)         20 (2           Cenoura         9 (21,4)         11 (36,7)         20 (2           Chuchu         8 (19,0)         12 (40,0)         20 (2	Culturas	Agricultores Convencionais	Agricultores Orgânicos	Total n (%)	
Pepino         24 (57,1)         24 (80,0)         48 (6           Bergamota         21 (50,0)         25 (83,3)         46 (6           Pèssego         21 (50,0)         20 (66,7)         41 (8           Tomate         16 (38,1)         21 (70,0)         37 (8           Mandioca         16 (38,1)         16 (53,3)         32 (4           Melao         17 (40,5)         13 (43,3)         30 (4           Beterraba         12 (28,6)         17 (56,7)         29 (4           Milho         15 (35,7)         14 (46,7)         29 (4           Alface         8 (19,0)         19 (63,3)         27 (3           Abobrinha         15 (35,7)         11 (36,7)         26 (3           Moranguinho         15 (35,7)         11 (36,7)         26 (3           Melancia         13 (31,0)         12 (40,0)         25 (3           Repolho         12 (28,6)         11 (36,7)         23 (3           Feijāo         9 (21,4)         13 (43,3)         22 (3           Cenoura         9 (21,4)         11 (36,7)         20 (2           Chuchu         8 (19,0)         12 (40,0)         20 (2           Batata-doce         6 (14,3)         13 (43,3)         19 (2<		n (%)	n (%)		
Bergamota         21 (50,0)         25 (83,3)         46 (6)           Pèssego         21 (50,0)         20 (66,7)         41 (8)           Tomate         16 (38,1)         21 (70,0)         37 (8)           Mandioca         16 (38,1)         16 (53,3)         32 (4)           Melao         17 (40,5)         13 (43,3)         30 (4)           Beterraba         12 (28,6)         17 (56,7)         29 (4)           Milho         15 (35,7)         14 (46,7)         29 (4)           Alface         8 (19,0)         19 (63,3)         27 (7)           Abobrinha         15 (35,7)         11 (36,7)         26 (3)           Moranguinho         15 (35,7)         11 (36,7)         26 (3)           Moranguinho         15 (35,7)         11 (36,7)         26 (3)           Melancia         13 (31,0)         12 (40,0)         25 (3)           Repolho         12 (28,6)         11 (36,7)         23 (3)           Feijão         9 (21,4)         13 (43,3)         22 (3)           Feijão         9 (21,4)         11 (36,7)         20 (2)           Cenoura         9 (21,4)         11 (36,7)         20 (2)           Chuchu         8 (19,0)         12 (40,0)	Laranja	24 (57,1)	26 (86,7)	50 (69,4)	
Pèssego 21 (50,0) 20 (66,7) 41 (67) Tomate 16 (38,1) 21 (70,0) 37 (67) Mandioca 16 (38,1) 16 (53,3) 32 (47) Melão 17 (40,5) 13 (43,3) 30 (47) Beterraba 12 (28,6) 17 (56,7) 29 (47) Milho 15 (35,7) 14 (46,7) 29 (47) Alface 8 (19,0) 19 (63,3) 27 (67) Abobrinha 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (67) Melancia 13 (31,0) 12 (40,0) 25 (67) Melancia 13 (31,0) 12 (40,0) 25 (67) Melancia 13 (31,0) 12 (40,0) 25 (67) Melancia 14 (48,7) 20 (47) Melancia 15 (35,7) 11 (36,7) 23 (67) Melancia 16 (47,4) 13 (43,3) 22 (67) Melancia 17 (47,4) 13 (43,3) 22 (67) Cenoura 9 (21,4) 11 (36,7) 20 (67) Chuchu 8 (19,0) 12 (40,0) 20 (67) Batata-doce 6 (14,3) 13 (43,3) 19 (67) Pimentão 10 (23,8) 9 (30,0) 19 (67) Abóbora 4 (9,5) 12 (40,0) 16 (67) Rabanete 10 (23,8) 6 (20,0) 16 (67) Rabanete 10 (23,8) 6 (20,0) 16 (67) Rabanete 10 (23,8) 10 (33,3) 16 (77) Rabanete 4 (9,5) 7 (23,3) 11 (77) Alho 8 (19,0) 4 (13,3) 12 (77) Alho 8 (19,0) 4 (13,3) 11 (77) Alexacujá 4 (9,5) 6 (20,0) 10 (77)	Pepino	24 (57,1)	24 (80,0)	48 (66,7)	
Tomate 16 (38,1) 21 (70,0) 37 (8 Mandioca 16 (38,1) 16 (53,3) 32 (4 Melão 17 (40,5) 13 (43,3) 30 (4 Beterraba 12 (28,6) 17 (56,7) 29 (4 Milho 15 (35,7) 14 (46,7) 29 (4 Milho 15 (35,7) 14 (46,7) 29 (4 Milho 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Moranguinho 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Melancia 13 (31,0) 12 (40,0) 25 (3 Repolho 12 (28,6) 11 (36,7) 23 (3 Feijão 9 (21,4) 13 (43,3) 22 (3 Cenoura 9 (21,4) 11 (36,7) 20 (2 Cenoura 10 (23,8) 9 (30,0) 19 (2 Cenoura 10 (23,8) 9 (30,0	Bergamota	21 (50,0)	25 (83,3)	46 (63,9)	
Mandioca       16 (38,1)       16 (53,3)       32 (4)         Melão       17 (40,5)       13 (43,3)       30 (4)         Beterraba       12 (28,6)       17 (56,7)       29 (4)         Milho       15 (35,7)       14 (46,7)       29 (4)         Alface       8 (19,0)       19 (63,3)       27 (5)         Abobrinha       15 (35,7)       11 (36,7)       26 (5)         Moranguinho       15 (35,7)       11 (36,7)       26 (5)         Melancia       13 (31,0)       12 (40,0)       25 (5)         Repolho       12 (28,6)       11 (36,7)       23 (5)         Feijão       9 (21,4)       13 (43,3)       22 (6)         Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (2)         Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (2)         Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (2)         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (2)         Brécolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2)         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2)         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2)         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2)	Pêssego	21 (50,0)	20 (66,7)	41 (56,9)	
Melão       17 (40,5)       13 (43,3)       30 (48,3)         Beterraba       12 (28,6)       17 (56,7)       29 (28,6)         Milho       15 (35,7)       14 (46,7)       29 (29,6)         Alface       8 (19,0)       19 (63,3)       27 (38,6)         Abobrinha       15 (35,7)       11 (36,7)       26 (38,6)         Moranguinho       15 (35,7)       11 (36,7)       26 (38,6)         Melancia       13 (31,0)       12 (40,0)       25 (38,6)         Repolho       12 (28,6)       11 (36,7)       23 (38,6)         Feijão       9 (21,4)       13 (43,3)       22 (38,6)         Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (38,7)         Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (38,7)         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (29,4)         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (38,4)         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (38,4)         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (38,4)         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (38,4)         Rúbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (38,4)         Rúbora       4 (16,7)<	Tomate	16 (38,1)	21 (70,0)	37 (51,4)	
Beterraba 12 (28,6) 17 (56,7) 29 (4 Milho 15 (35,7) 14 (46,7) 29 (4 Alface 8 (19,0) 19 (63,3) 27 (3 Abobrinha 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Moranguinho 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Melancia 13 (31,0) 12 (40,0) 25 (3 Repolho 12 (28,6) 11 (36,7) 23 (3 Feijāo 9 (21,4) 13 (43,3) 22 (3 Cenoura 9 (21,4) 11 (36,7) 20 (2 Cenoura 9 (21,4) 20 (2 Cenoura 9	Mandioca	16 (38,1)	16 (53,3)	32 (44,4)	
Milho       15 (35,7)       14 (46,7)       29 (4)         Alface       8 (19,0)       19 (63,3)       27 (3)         Abobrinha       15 (35,7)       11 (36,7)       26 (3)         Moranguinho       15 (35,7)       11 (36,7)       26 (3)         Melancia       13 (31,0)       12 (40,0)       25 (3)         Repolho       12 (28,6)       11 (36,7)       23 (3)         Feijāo       9 (21,4)       13 (43,3)       22 (3)         Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (2)         Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (2)         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (2)         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (2)         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2)         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2)         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2)         Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2)         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2)         Roja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2)         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2)	Melão	17 (40,5)	13 (43,3)	30 (41,7)	
Alface 8 (19,0) 19 (63,3) 27 (3 Abobrinha 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Moranguinho 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Moranguinho 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Melancia 13 (31,0) 12 (40,0) 25 (3 Repolho 12 (28,6) 11 (36,7) 23 (3 Feijão 9 (21,4) 13 (43,3) 22 (3 Cenoura 9 (21,4) 11 (36,7) 20 (2 Cenoura 9 (21,4) 11 (36,7) 19 (2 Cenoura 9 (21,4) 11 (36,7) 19 (2 Cenoura 9 (21,4) 13 (43,3) 15 (2 Cenoura 9 (21,4) 13 (43,4) 15 (2 Cenoura 9 (21,4) 13	Beterraba	12 (28,6)	17 (56,7)	29 (40,3)	
Abobrinha 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Moranguinho 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Moranguinho 15 (35,7) 11 (36,7) 26 (3 Melancia 13 (31,0) 12 (40,0) 25 (3 Repolho 12 (28,6) 11 (36,7) 23 (3 Feijāo 9 (21,4) 13 (43,3) 22 (3 Cenoura 9 (21,4) 11 (36,7) 20 (2 Chuchu 8 (19,0) 12 (40,0) 20 (2 Batata-doce 6 (14,3) 13 (43,3) 19 (2 Batata-doce 6 (14,3) 13 (43,3) 19 (2 Repolho 10 (23,8) 9 (30,0) 19 (3 Brócolis 6 (14,3) 11 (36,7) 17 (3 Abóbora 4 (9,5) 12 (40,0) 16 (3 Amendoim 8 (19,0) 8 (26,7) 16 (3 Amendoim 8 (19,0) 8 (26,7) 16 (3 Amendoim 8 (19,0) 8 (26,7) 16 (3 Amendoim 7 (16,7) 9 (30,0) 16 (3 Amendoim 8 (19,0) 4 (13,3) 15 (3 Amendoim 7 (16,7) 9 (30,0) 14 (3 Ameixa-branca 4 (9,5) 7 (23,3) 11 (3 Ameixa-branca 4 (9,5) 7 (23,3) 11 (3 Ameixa-vermelha 7 (16,7) 4 (13,3) 11 (3 Amendoim 7 (16,7) 4 (13,3)	Milho	15 (35,7)	14 (46,7)	29 (40,3)	
Moranguinho       15 (35,7)       11 (36,7)       26 (3         Melancia       13 (31,0)       12 (40,0)       25 (3         Repolho       12 (28,6)       11 (36,7)       23 (3         Feijão       9 (21,4)       13 (43,3)       22 (3         Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (2         Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (2         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (2         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (2         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Ràbanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2         Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (7	Alface	8 (19,0)	19 (63,3)	27 (37,5)	
Melancia       13 (31,0)       12 (40,0)       25 (3         Repolho       12 (28,6)       11 (36,7)       23 (3         Feijão       9 (21,4)       13 (43,3)       22 (3         Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (2         Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (2         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (2         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (2         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (1         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (1         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (1         Alho </td <td>Abobrinha</td> <td>15 (35,7)</td> <td>11 (36,7)</td> <td>26 (36,1)</td>	Abobrinha	15 (35,7)	11 (36,7)	26 (36,1)	
Repolho       12 (28,6)       11 (36,7)       23 (3         Feijão       9 (21,4)       13 (43,3)       22 (3         Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (2         Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (2         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (2         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (2         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2         Récula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (3         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (3         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (3         Alho <td>Moranguinho</td> <td>15 (35,7)</td> <td>11 (36,7)</td> <td>26 (36,1)</td>	Moranguinho	15 (35,7)	11 (36,7)	26 (36,1)	
Feijão       9 (21,4)       13 (43,3)       22 (3)         Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (2)         Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (2)         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (2)         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (2)         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2)         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2)         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2)         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2)         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2)         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2)         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2)         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2)         Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (2)         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (2)         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (2)         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (2)         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (2) <td>Melancia</td> <td>13 (31,0)</td> <td>12 (40,0)</td> <td>25 (34,7)</td>	Melancia	13 (31,0)	12 (40,0)	25 (34,7)	
Cenoura       9 (21,4)       11 (36,7)       20 (20)         Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (20)         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (20)         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (20)         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (20)         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (20)         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (20)         Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (20)         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (20)         Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (20)         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (20)         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (20)         Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (20)         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (10)         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (10)         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (10)         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       11 (10)         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (	Repolho	12 (28,6)	11 (36,7)	23 (32,0)	
Chuchu       8 (19,0)       12 (40,0)       20 (2         Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (2         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (2         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2         Ricula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Vuva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (2         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (2         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (2         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (2         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (2         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (2 </td <td>Feijão</td> <td>9 (21,4)</td> <td>13 (43,3)</td> <td>22 (30,6)</td>	Feijão	9 (21,4)	13 (43,3)	22 (30,6)	
Batata-doce       6 (14,3)       13 (43,3)       19 (2         Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (2         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2         Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (2         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (2         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (2         Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (2         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (3         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (2	Cenoura	9 (21,4)	11 (36,7)	20 (27,8)	
Pimentão       10 (23,8)       9 (30,0)       19 (2         Brócolis       6 (14,3)       11 (36,7)       17 (2         Abóbora       4 (9,5)       12 (40,0)       16 (2         Amendoim       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2         Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (7         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (7         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (7         Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (7         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (7         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (7	Chuchu	8 (19,0)	12 (40,0)	20 (27,8)	
Brócolis 6 (14,3) 11 (36,7) 17 (24,0) 16 (24,0) 16 (24,0) 16 (25,0) 12 (40,0) 16 (25,0	Batata-doce	6 (14,3)	13 (43,3)	19 (26,4)	
Abóbora 4 (9,5) 12 (40,0) 16 (20,0)	Pimentão	10 (23,8)	9 (30,0)	19 (26,4)	
Amendoim 8 (19,0) 8 (26,7) 16 (200ve-flor 8 (20,0) 16 (200ve-flor 9 (30,0) 16 (200ve-flor	Brócolis	6 (14,3)	11 (36,7)	17 (23,6)	
Couve-flor       8 (19,0)       8 (26,7)       16 (2         Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (2         Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (3         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (3         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (3         Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (3         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (3         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (3	Abóbora	4 (9,5)	12 (40,0)	16 (22,2)	
Rabanete       10 (23,8)       6 (20,0)       16 (20,0)         Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (20,0)         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (20,0)         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (20,0)         Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (20,0)         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (20,0)         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (20,0)         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (20,0)         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (20,0)         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (20,0)         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (20,0)	Amendoim	8 (19,0)	8 (26,7)	16 (22,2)	
Rúcula       7 (16,7)       9 (30,0)       16 (2         Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (7         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (7         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (7         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (1         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (1         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (2	Couve-flor	8 (19,0)	8 (26,7)	16 (22,2)	
Soja       13 (31,0)       3 (10,0)       16 (2)         Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2)         Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (2)         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (2)         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (2)         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (2)         Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (2)         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (2)         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (2)         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (2)	Rabanete	10 (23,8)	6 (20,0)	16 (22,2)	
Uva       6 (14,3)       10 (33,3)       16 (2         Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (7         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (7         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (7         Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (7         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (7         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (7         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (7	Rúcula	7 (16,7)	9 (30,0)	16 (22,2)	
Temperos verdes       2 (4,8)       13 (43,3)       15 (2         Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (2         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (2         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (2         Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (2         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (2         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (2         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (2	Soja	13 (31,0)	3 (10,0)	16 (22,2)	
Jabuticaba       5 (11,9)       9 (30,0)       14 (7         Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (7         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (7         Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (7         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (7         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (7         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (7	Uva	6 (14,3)	10 (33,3)	16 (22,2)	
Cebola       7 (16,7)       6 (20,0)       13 (7)         Alho       8 (19,0)       4 (13,3)       12 (7)         Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (7)         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (7)         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (7)         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (7)	Temperos verdes	2 (4,8)	13 (43,3)	15 (20,8)	
Alho 8 (19,0) 4 (13,3) 12 (1) Abacate 4 (9,5) 7 (23,3) 11 (1) Ameixa-branca 4 (9,5) 7 (23,3) 11 (1) Ameixa-vermelha 7 (16,7) 4 (13,3) 11 (1) Maracujá 4 (9,5) 6 (20,0) 10 (1)	Jabuticaba	5 (11,9)	9 (30,0)	14 (19,4)	
Abacate       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (1         Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (1         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (1         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (1	Cebola	7 (16,7)	6 (20,0)	13 (18,1)	
Ameixa-branca       4 (9,5)       7 (23,3)       11 (1         Ameixa-vermelha       7 (16,7)       4 (13,3)       11 (1         Maracujá       4 (9,5)       6 (20,0)       10 (1	Alho	8 (19,0)	4 (13,3)	12 (16,7)	
Ameixa-vermelha 7 (16,7) 4 (13,3) 11 (1 Maracujá 4 (9,5) 6 (20,0) 10 (20,0)	Abacate	4 (9,5)	7 (23,3)	11 (15,3)	
Maracujá 4 (9,5) 6 (20,0) 10 (**	Ameixa-branca	4 (9,5)	7 (23,3)	11 (15,3)	
	Ameixa-vermelha	7 (16,7)	4 (13,3)	11 (15,3)	
	Maracujá	4 (9,5)	6 (20,0)	10 (13,9)	
Moranga 4 (9,5) 6 (20,0) 10 (	Moranga	4 (9,5)	6 (20,0)	10 (13,9)	

Caqui	4 (9,5)	5 (16,7)	9 (12,5)
Banana	-	8 (26,7)	8 (11,1)
Ervilha	3 (7,1)	5 (16,7)	8 (11,1)
Figo	4 (9,5)	4 (13,3)	8 (11,1)
Couve folha	- -	7 (23,3)	7 (9,7)
Vagem	4 (9,5)	3 (10,0)	7 (9,7)
Milho verde	6 (14,3)	1 (3,3)	7 (9,7)
Temperos	1 (2,4)	6 (20,0)	7 (9,7)
diversos			
Trigo	7 (16,7)	-	7 (9,7)
Cana-de-açúcar	-	6 (20,0)	6 (8,3)
Mamão	3 (7,1)	3 (10,0)	6 (8,3)
Manga	2 (4,8)	4 (13,3)	6 (8,3)
Pera	2 (4,8)	4 (13,3)	6 (8,3)
Lima	3 (7,1)	2 (6,7)	5 (6,9)
Limão	-	5 (16,7)	5 (6,9)
Maçã	3 (7,1)	2 (6,7)	5 (6,9)
Milho pipoca	-	5 (16,7)	5 (6,9)
Couve chinesa	1 (2,4)	3 (10,0)	4 (5,6)
Limão taiti	2 (4,8)	2 (6,7)	4 (5,6)
Nêspera	-	4 (13,3)	4 (5,6)
Abacaxi	1 (2,4)	2 (6,7)	3 (7,1)
Araçá	-	3 (10,0)	3 (7,1)
Batatinha	2 (4,8)	1 (3,3)	3 (7,1)
Butiá	-	3 (10,0)	3 (7,1)
Cebolinha	2 (4,8)	1 (3,3)	3 (7,1)
Chicória	-	3 (10,0)	3 (7,1)
Goiaba	1 (2,4)	2 (6,7)	3 (7,1)
Abóbora-tronco	1 (2,4)	1 (3,3)	2 (2,8)
Açafrão	-	2 (6,7)	2 (2,8)
Acerola	-	2 (6,7)	2 (2,8)
Almeirão	-	2 (6,7)	2 (2,8)
Amora	-	2 (6,7)	2 (2,8)
Arroz	-	2 (6,7)	2 (2,8)
Nozes	2 (4,8)	-	2 (2,8)
Physalis	-	2 (2,8)	2 (2,8)
Quiabo	-	2 (2,8)	2 (2,8)
Radite	-	2 (2,8)	2 (2,8)
Abóbora-cabotiá	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Acelga	-	1 (3,3)	1 (1,4)

Total de culturas	65 (60,2)	97 (90,0)	108 (100,0)
Xinxim	<u> </u>	1 (3,3)	1 (1,4)
Tifton	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Romã	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Porongo	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Pomelo	-	1 (3,3)	1 (1,4)
medicinais			
Plantas	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Pimenta	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Pastagem	1 (2,4)	-	1 (1,4)
suculentas			
Ornamentais	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Nectarina	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Mucuna	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Mostarda	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Mirtilo	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Milho conserva	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Marmelo	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Laranja-do-céu	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Gabiroba	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Guabiju	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Girassol	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Gengibre	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Framboesa	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Feijão-guandu	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Feijão-de-porco	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Cereja	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Carambola	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Cactos	-	1 (3,3)	1 (1,4)
céu			
Bergamota-do-	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Batata-cará	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Aveia	1 (2,4)	-	1 (1,4)
Araticum	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Alfafa orgânica	-	1 (3,3)	1 (1,4)
Aipim	-	1 (3,3)	1 (1,4)