

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Instituto de Biologia**  
**Curso de Ciências Biológicas Licenciatura**



**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Estruturação da comunidade de abelhas associadas a agroecossistemas  
orgânico e convencional**

**Sabrina Lorandi**

**Pelotas, 2018**

**Sabrina Lorandi**

**Estruturação da comunidade de abelhas associadas a agroecossistemas  
orgânico e convencional**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Instituto de Biologia da Universidade Federal  
de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do  
título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Agra Iserhard

Coorientadora: Dra. Rosana Halinski

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

L865e Lorandi, Sabrina

Estruturação da comunidade de abelhas associadas a agroecossistemas orgânico e convencional / Sabrina Lorandi ; Cristiano Agra Iserhard, orientador ; Rosana Halinski, coorientadora. — Pelotas, 2018.

37 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) — Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Agricultura. 2. Apidae. 3. Pan trap. 4. Polinização. I. Iserhard, Cristiano Agra, orient. II. Halinski, Rosana, coorient. III. Título.

CDD : 638.13

Sabrina Lorandi

Estruturação da comunidade de abelhas associadas a agroecossistemas orgânico e convencional

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 23/11/2018

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Cristiano Agra Iserhard

Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Ma. Aline Richter

Mestra em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pelotas

---

Prof. Dr. Marco Gottschalk

Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus pais que me ensinaram a ver a natureza com sensibilidade, e a todos aqueles que estão no campo, lutando por um modelo alternativo de produção.

## **Agradecimentos**

Agradeço aos agricultores e agricultoras que se dispuseram a colaborar com o trabalho, cedendo o espaço da sua propriedade, em especial às famílias Schiavon, Aquino-Ferreira e Strelow-Leal.

Agradeço a todos que auxiliaram nas coletas em campo, especialmente ao funcionário Álvaro Martins, e também aos amigos e colegas: Tai, Joyce, Gio, Ju, Andreza, Mateus, Luan, Daniela, Mariana, Beatriz, Ingrid, Maurício, Gabriele e Yuri. Aos colegas que, foram essenciais e se dedicaram tanto a etapa de montagem dos insetos, Nati, Gabi e Diniz, muitíssimo obrigada.

Agradeço ao professor Cristiano, por ter aceitado o desafio de encarar um novo grupo taxonômico e se dispor a descobrir comigo o mundo das abelhas, tão encantadoras quanto as suas borboletas. Tua orientação foi fundamental nesse processo, afinal, tudo vai dar certo, não é mesmo?! Agradeço à Rosana por ter aceitado fazer essa parceria, trazendo conhecimentos de outra área e contribuindo para tornar este trabalho uma realidade. Agradeço ao professor Rodrigo Barbosa Gonçalves pela identificação das espécies e pelo auxílio em tão curto prazo.

Aos professores, aqueles que me mostraram que a educação transforma a vida dos indivíduos, que tratam os alunos de forma horizontal e buscam dentro de nós nosso maior potencial, obrigada por me mostrar que é possível uma educação humanizada.

À minha família, sem vocês, eu seria só metade, muito obrigada pelo apoio incondicional. À minha mãe e irmã, mulheres maravilhosas que me ensinaram a ser quem eu sou, e que são um lembrete constante da força que nós temos. Obrigada por acreditar em mim, por me colocar em pé quando precisei e por nunca ter faltado amor.

Aos amigos, foram muitos, cada ano gente nova. Todos incríveis. Um de cada canto do estado, do país. Hoje carrego um tanto de cada um. Me restam lembranças de cumplicidade, muito aprendizado e saudades. A universidade pública me deu essa incrível percepção de que o mundo é muito maior e mais diverso do que eu imaginava, e eu agradeço muito por esse processo de desconstrução. Abri mão de muitas certezas e preconceitos, e descobri que o mundo é mesmo surpreendente e grandioso, e por isso eu também sou grata.

## Resumo

LORANDI, Sabrina. **Estruturação da comunidade de abelhas associadas a agroecossistemas orgânico e convencional**. 2018. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas Licenciatura, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Comunidades de abelhas em paisagens agrícolas contribuem com o serviço ecossistêmico da polinização devido a características intrínsecas ao grupo e sua estreita relação com as angiospermas. A estrutura desta comunidade é influenciada pelas práticas adotadas no agroecossistema em que está inserida (orgânico ou convencional) e o contexto da paisagem adjacente. Assim, o objetivo deste estudo é avaliar riqueza, abundância e composição de abelhas associadas a agroecossistemas orgânico e convencional no município de Canguçu, no Rio Grande do Sul. Foram selecionadas seis propriedades rurais (três orgânicas e três convencionais), onde foram realizadas amostragens de janeiro a março de 2018, utilizando *pan trap* com esforço amostral de 24 horas. Cada propriedade recebeu 60 armadilhas distribuídas em quatro unidades amostrais, sendo três áreas de cultivo e uma área de borda de mata. Variáveis ambientais de temperatura, umidade e velocidade do vento foram obtidas e a classificação da paisagem foi realizada a partir da verificação da cobertura vegetal estimadas em um raio de 1 km em cada propriedade. Os dados foram avaliados a partir da riqueza, abundância e composição de espécies associadas ao tipo de agroecossistemas e variáveis ambientais utilizadas. Foram registrados 1908 indivíduos distribuídos em 83 espécies de Apidae em quatro subfamílias (Andreninae, Apinae, Halictinae e Megachilinae), sendo 901 indivíduos e 19 espécies exclusivas no sistema orgânico e 1007 indivíduos de 20 espécies exclusivas no sistema convencional. O perfil de diversidade das comunidades demonstra que não há diferença significativa entre a diversidade dos agroecossistemas. Houve segregação na composição de espécies de abelhas entre os ambientes avaliados sendo que os agrupamentos obtidos foram estatisticamente significativos conforme PERMANOVA. As variáveis ambientais de proporção de mata do entorno e sistema de cultivo apresentaram influência positiva sobre a abundância de abelhas. Esses resultados indicam que a paisagem heterogênea tem grande influência sobre a estruturação das comunidades, visto que somente recursos para forrageio não são suficientes para sustentação da comunidade de abelhas, sendo necessário habitat para nidificação. Fragmentos de mata nativa ou exótica fornecem recurso para nidificação e favorecem a manutenção de comunidades de abelhas que beneficiam a produtividade dos agroecossistemas.

**Palavras-chave:** agricultura; Apidae; *pan trap*; polinização.

## Abstract

LORANDI, Sabrina. **Structuration of bee community associated with organic and conventional agroecosystems**. 2018. 37f. Projeto de Pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas - Licenciatura, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Communities of bees in agricultural landscapes contribute to the ecosystem service of pollination due to intrinsic characteristics of the group and to its close relationship with angiosperms. The structuration of this community is influenced by the type of practice (organic or conventional) used in the agroecosystem and by the context of the surrounding landscape. The aim of this study is to evaluate richness, abundance and composition of bees associated with organic and conventional agroecosystems in Canguçu municipality, Rio Grande do Sul State. Samplings were carried out in six rural properties (three organic and three conventional) from January, 2018 to March, 2018, using pan trap with sample effort of 24 hours. Each property received 60 traps distributed in four sample units, being three farming areas and one forest border area. Environmental variables of temperature, humidity and wind speed were recorded and the classification of the landscape was obtained from the vegetation cover estimated in a radius of 1 km in each property. Data were evaluated based on richness, abundance and composition of species associated to the type of agroecosystems and environmental variables. Overall, 1908 individuals were recorded distributed in 83 species of four subfamilies of Apidae (Andreninae, Apinae, Halictinae and Megachilinae). In the organic system were found 901 individuals and 19 exclusive species, and in the conventional system 1007 individuals belonging to 20 exclusive species of bees. The diversity profile of communities shows that there is no significant difference between the diversity of agroecosystems. There was segregation in the composition of bee species among the evaluated environments and the groupings obtained were statistically significant according to PERMANOVA. The environmental variables of the forest proportion and the cropping system presented positive influence on abundance of bees. These results indicate that the heterogeneous landscape has great influence on the structuration of bee communities, since only foraging resources are not enough to sustain these communities, and nesting habitat is necessary. Fragments of native or exotic forest provide a nesting resource and favor the maintenance of bees that benefit the productivity of agroecosystems.

**Keywords:** agriculture; Apidae; pantrap; pollination



## Sumário

1 Introdução .....	9
1.2 Objetivos .....	13
1.2.1 Objetivo geral .....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 Hipóteses .....	14
2 Materiais e Métodos .....	15
2.1 Área de estudo .....	15
2.2 Delineamento amostral.....	17
2.3 Variáveis Ambientais .....	18
2.4 Análise de dados .....	18
3 Resultados .....	20
4 Discussão.....	26
5 Conclusões.....	30
Referências .....	31

## 1 Introdução

A polinização consiste na transferência do pólen, da antera para o estigma das flores, que garante a fecundação dos óvulos e a produção de sementes (OLIVEIRA et al., 2014; WITTER et al., 2014a). Esse processo pode ocorrer devido a fatores abióticos p. ex. (vento e chuva), ou intervenções bióticas, pela ação dos polinizadores. A interação polinizador-planta pode aumentar a produtividade de uma planta e ainda garantir ao agente polinizador, recursos para alimentação e nidificação, configurando-se numa interação mutualística (TOWNSEND et al., 2010).

A polinização animal é um serviço ecossistêmico que se refere à interação entre organismos em um ecossistema, que traz benefícios ao bem-estar humano (KLEIN et al., 2006). Os agentes polinizadores garantem o sucesso reprodutivo de mais de 90% das espécies de angiospermas atuais, sendo os insetos o grupo mais representativo (MARCO; COELHO, 2004). Segundo Triplehorn et al. (2013), os insetos são responsáveis pela polinização da maioria das frutas de pomar, frutos de baga e muitos vegetais, especialmente cucurbitáceas, muito utilizados na alimentação humana. A produção agrícola de 39 dentre as 57 principais culturas mundialmente consumidas, aumentam sua produção na presença de polinização animal-planta (KLEIN et al., 2007). Desta forma, sistemas de cultivo que utilizam técnicas de agricultura sustentável e visem à preservação de hábitat podem contribuir para manutenção da diversidade destes polinizadores e dos processos ecossistêmicos associados (ROBERTSON; SWINTON, 2005). No entanto, práticas de agricultura intensiva e consequentes perda e degradação do hábitat impactam as comunidades dos polinizadores e ameaçam o processo ecológico da polinização (KLATT et al., 2013).

A intensificação da agricultura deu-se através da chamada Revolução Verde, a partir da qual técnicas agrícolas como, uso de fertilizantes químicos, pesticidas e cepas transgênicas, foram criados devido à demanda por alimento associado ao crescimento populacional (TILMAN et al., 2002). Na União Europeia na década de 60,

políticas de incentivo à expansão agrícola contribuíram para homogeneização de agroecossistemas e foram responsáveis por perdas na biodiversidade comparáveis em escala aos efeitos da mudança climática (EMMERSON et al., 2016). A diversidade e abundância de polinizadores, estão diretamente ligadas as características do agroecossistema adotado pelo produtor, e são influenciadas pelas técnicas de manejo da paisagem circundante as culturas, bem como pelo uso de defensivos químicos (WITTER et al., 2014a). A presença de mata nativa no entorno da propriedade, bem como a heterogeneidade da paisagem agrícola, são fatores determinantes para a manutenção dos polinizadores. Em um estudo acerca do rendimento na produção de canola (Hyola 420), notou-se que quanto mais próximas aos remanescentes florestais, maior a quantidade de grãos formados por sacas colhidas (HALINSKI, 2014).

No Brasil, um terço do território nacional é destinado à agricultura, atividade responsável pela maior parte da degradação na Floresta Amazônica, Mata Atlântica, e Cerrado, afetando diretamente a biodiversidade local nas extensas áreas de cultivo (MARTINELLI et al., 2010). O atual cumprimento da legislação ambiental ainda apresenta desafios como uso ilegal da terra em propriedades públicas, déficit de reservas legais em propriedades privadas e áreas de vegetação nativas ameaçadas pela expansão da agricultura (SPAROVEK et al., 2010). Diante deste contexto, os sistemas de agricultura intensiva podem afetar o funcionamento do ecossistema e práticas sustentáveis devem ser adotadas para reverter esse quadro. Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (2017), os princípios para uma agricultura sustentável são promover a manutenção da cobertura do solo, utilizar diferentes espécies de plantas e adotar métodos que causem o mínimo de distúrbio possível no solo.

Uma alternativa para produção de alimento sustentável é o uso da agroecologia, inserida nas práticas de agricultura orgânica, que busca soluções considerando a biodiversidade acima e abaixo do solo (FAO, 2017). Dentre as práticas agroecológicas destaca-se o uso de Sistemas Agroflorestais (SAF) que constituem sistemas e tecnologias de gestão do uso da terra em agroecossistemas. Tais ambientes utilizam deliberadamente plantas perenes lenhosas nas mesmas unidades de culturas agrícolas e/ou criação de animais, em uma disposição espacial ou sequência temporal específica (NAIR, 1993). Nos sistemas agroflorestais existem interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes o que garante

a conexão entre habitats, fundamental para manutenção da biodiversidade (JOSE, 2009). Sendo assim, a produção sustentável de alimento deve levar em conta os diferentes serviços ecossistêmicos envolvidos, visando buscar práticas benéficas aos polinizadores que garantem o sucesso reprodutivo de diferentes culturas consumidas (WITTER et al., 2014a).

A ordem Hymenoptera é uma das mais diversas entre os insetos incluindo muitos organismos polinizadores, dos quais destacam-se as abelhas por forragear em busca de diferentes recursos florais (pólen, néctar, óleo, resina). Dentre as características morfológicas do grupo das abelhas, destacam-se asas membranosas, alongamento e modificação de peças bucais para ingestão de néctar, e transformação do ovipositor nas fêmeas em órgão de defesa, o ferrão (BRUSCA et al., 2002). Outros fatores intrínsecos ao grupo contribuem para o sucesso da polinização (WITTER et al., 2014a), como a manipulação das peças florais em busca de alimento, que facilita a adesão do pólen as cerdas plumosas que recobrem o corpo do inseto, e ainda estruturas especializadas em carregar o pólen, como a corbícula e a escopa, características das subfamílias Apinae e Megachilinae, respectivamente (TRIPLEHORN et al., 2013). Desta forma, as abelhas desenvolveram uma estreita relação coevolutiva com o grupo das angiospermas, tendo registro de adaptações morfológicas e comportamentais em ambos os grupos (PINHEIRO et al., 2014), sendo que as flores comumente visitadas pelas abelhas apresentam características melitófilas (antese diurna, plataforma de pouso, odor atrativo, guias de néctar e predominância das cores azul, amarelo e púrpura) (PINHEIRO et al., 2014). Segundo a classificação de Melo e Gonçalves (2005), as abelhas são agrupadas na família Apidae, que contém mais de 20 mil espécies descritas (AMNH, 2008), e constituem um grupo conspícuo da Região Neotropical que se destaca pela diversidade e abundância (RAFAEL et al., 2012).

A dieta diversificada das abelhas exige manutenção de habitats com diversidade de espécies vegetais e recursos florais, bem como troncos de árvores e ninhos abandonados de formigas ou cupins, para nidificação (WITTER et al., 2014a). Atuais registros da redução do número de abelhas, estão ligados a práticas de intensificação da agricultura, como uso de pesticidas com neonicotinóides que suprimem o sistema imunológico destes insetos, aumentando a susceptibilidade à patógenos e parasitas (Sánchez-Bayo et al., 2016). Outro fator ligado a redução de

abundância e riqueza de abelhas é o isolamento devido à fragmentação e perda de habitat (Kremen et al., 2002). Um grupo com dependência direta de fragmentos florestais para nidificação é a tribo Meliponini constituída pelas abelhas nativas, ou abelhas sem ferrão, cuja grande maioria das espécies utilizam troncos de árvores vivas para construção da colmeia (WITTER et al., 2014b). Em um trabalho realizado por Brown et al. (2001), foi constatado que o desmatamento realizado na região Amazônica devido à agricultura impacta especialmente o gênero *Melipona*, que constrói ninhos no tronco de árvores e cuja mobilidade é restrita a algumas dezenas de metros.

Dentre as sete subfamílias de abelhas existentes no mundo, cinco delas ocorrem no Brasil: Andreninae, Apinae, Colletinae, Halictinae, Megachilinae, com registro de 1.678 espécies, das quais mais de 400 ocorrem no Rio Grande do Sul (MELO; GONÇALVES, 2005; WITTER et al., 2014b). Porém há poucos registros de estudos relacionando a diversidade de abelhas no bioma Pampa e o impacto das atividades agropecuárias do local sobre a biodiversidade (LE FÉON et al., 2016). O Rio Grande do Sul é um estado cuja economia está fortemente relacionada a produção agrícola, sendo o segundo maior produtor de grãos do país e onde houve supressão de 50% do habitat nativo do bioma Pampa (SILVEIRA et al., 2017). O estado se sobressai em nível nacional devido a sua alta produção agrícola familiar, o que contribui para produção de alimentos, manutenção da biodiversidade e preservação das paisagens (CICCONETO, 2011).

O estudo realizado por Le Féon et al. (2010) buscou avaliar o impacto da agricultura e de elementos da paisagem na composição de comunidades de abelhas em quatro países europeus (Bélgica, França, Holanda e Suíça). Os resultados encontrados indicam efeito negativo da agricultura intensiva sobre riqueza, abundância e diversidade, e aumento da riqueza com a quantidade de habitat seminatural no entorno. Da mesma forma, Forrest et al. (2015) encontraram maior riqueza e abundância de abelhas associada ao sistema orgânico, cuja composição assemelhou-se ao habitat natural. Andersson et al. (2013) encontraram diferença na composição da comunidade de polinizadores entre os sistemas de cultivo, cuja diversidade também foi influenciada pela homogeneização da paisagem.

Na região de Goiás, Franceschinelli et al. (2017) investigaram a influência da paisagem sobre a abundância de abelhas potencialmente polinizadoras de tomate

(*Solanum lycopersicum* L.) e constataram que fragmentos de mata nativa influenciaram positivamente o número de polinizadores no agroecossistema. Em um trabalho desenvolvido no México, Briggs et al. (2013) investigaram como o sistema de cultivo e a distância de fragmentos florestais estão correlacionados com riqueza, abundância e composição da comunidade de abelhas da tribo Euglossini. O resultado do estudo revelou maior abundância e riqueza no policultivo, diminuição no número de indivíduos com aumento da distância do habitat florestal e maior similaridade na composição da comunidade de Euglossini entre a floresta e o policultivo. A manutenção de habitat nativo também beneficia a diversidade de abelhas conforme trabalho de Kremen et al. (2002) na Califórnia (EUA). Estes autores constataram que fazendas orgânicas apresentam uma comunidade cuja riqueza e abundância garantem a total polinização para produção de melancia quanto mais próximas estiverem do habitat natural, ressaltando a influência da paisagem sobre a biodiversidade.

Devido à estreita relação de polinização entre abelhas e plantas e o imprescindível serviço ecossistêmico prestado tanto para habitats nativos quanto para ambientes agrícolas, estudos acerca da diversidade e estruturação das comunidades destes insetos em agroecossistemas contribuem para o conhecimento dos impactos da agricultura sobre a biota. Portanto, é necessário aumentar o conhecimento acerca da estruturação das comunidades deste grupo em agroecossistemas do Rio Grande do Sul, visando verificar os impactos das práticas agrícolas na biodiversidade local e regional.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Comparar alfa e beta diversidade de abelhas presentes em agroecossistemas orgânico e convencional em diferentes propriedades rurais no extremo sul do Brasil.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

(a) Analisar a riqueza, abundância e composição de espécies de abelhas encontradas em propriedades rurais com diferentes sistemas agrícolas.

(b) Utilizar métricas de paisagem para averiguar a influência das variáveis ambientais sobre a abundância de abelhas em ambos agroecossistemas estudados.

(c) Fornecer informação acerca da diversidade de abelhas na região Sul do Rio Grande do Sul para contribuir com políticas de conservação e manejo do grupo.

### **1.3 Hipóteses**

(a) Haverá uma menor riqueza e abundância de abelhas associada ao sistema convencional devido aos métodos intensivos de agricultura utilizados.

(b) Em uma escala de paisagem, a maior quantidade de área de mata e o uso de sistema orgânico estarão associados a maior abundância de abelhas.

(c) A composição de espécies será diferente entre os diferentes tipos de agroecossistemas.

## **2 Materiais e Métodos**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi desenvolvido no município de Canguçu no extremo sul do Rio Grande do Sul, dentro da região da Serra do Sudeste. Segundo o *Mapa do Macrozoneamento ambiental do Rio Grande do Sul*, Canguçu pertence a uma das formações de solo mais antigas do estado, o Escudo Sul Rio-grandense, onde há predominância de campos subarborescentes (SCP, 2002). Segundo a classificação de Köppen, possui clima do tipo Cfa Subtropical úmido (MALUF, 2000).

Canguçu é reconhecida como a Capital Nacional da Agricultura Familiar e município com maior número de minifúndios da América Latina, sendo mais de 9.800 propriedades com área média de 16 ha, com destaque na produção de fumo, feijão, milho e pêssego no estado (CICCONETO, 2011). Ainda que a região tenha sofrido com o avanço do cultivo da soja, as características do terreno acidentado dificultam a utilização de maquinário de grande escala e a modernização do sistema agrícola, abrindo espaço para o desenvolvimento de diferentes exemplos de agricultura não-convencional (orgânica, agroecológica, sinantrópica) em pequena escala, rentável e sustentável (CICCONETO, 2011).

Foram selecionadas seis propriedades rurais (Tabela 1), sendo três áreas com sistema orgânico (área 1, 2 e 3) e as outras três representando a agricultura convencional (áreas 4, 5 e 6). Para classificar essas propriedades em orgânicas ou convencionais, foi considerada a utilização ou não de insumos químicos sintéticos (herbicidas, fungicidas e fertilizantes), bem como a adoção de práticas sustentáveis como a rotação de cultura, uso de matéria orgânica oriunda da propriedade como insumo e manutenção de fragmentos de mata nativa.



Tabela 1 – Descrição das características gerais das propriedades orgânicas e convencionais selecionadas para realização do estudo no município de Canguçu, Rio Grande do Sul.

<b>Áreas e Localização</b>	<b>Tamanho e características</b>	<b>Culturas e atividades agrícolas</b>
<p><b>Área 1</b> Colônia São Manuel 31°26'3.60"S 52°33'24.90"W</p>	<p>10 ha (3,2 ha Reserva Legal), presença de reservatória de água artificial, agroindústria para produção de vinhos, sucos e geleias. Sistema Agroflorestal com 8 anos de manejo.</p>	<p>Pêssego, uva, aroeira, couve (<i>Brassica</i> sp.), girassol, hortaliças, araçá, butiá, amora, bergamota, laranja, criação de suínos e aves (galinhas e gansos).</p>
<p><b>Área 2</b> Coxilha dos Campos 31°29'24.40"S 52°42'33.20"W</p>	<p>11 ha, presença de riacho e cerca de 1,5 ha de mata ciliar nativa.</p>	<p>Policultivo de árvores frutíferas, milho, feijão, Uva, melancia, melão, abóbora, cana de açúcar, morango, hortaliças, criação de gado leiteiro, atividade de apicultura com cerca de 50 enxames de <i>Apis mellifera</i>.</p>
<p><b>Área 3</b> Coxilha dos Campos 31°29'35.12"S 52°42'51.31"W</p>	<p>15 ha, presença de riacho e cerca de 0,9 ha mata ciliar nativa, bem como reservatório artificial de água, Sistema Agroflorestal com 5 anos de manejo, agroindústria para produção de sucos.</p>	<p>Araçá, uvaia, guabiroba, butiá, cereja, amora, bananeira, Pêssego, uva, milho, hortaliças, moranga, melancia, mandioca, <i>Eucalyptus</i> sp, criação de ovinos, aves (peru e ganso), atividade de apicultura com cerca de 15 enxames de <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758.</p>
<p><b>Área 4</b> Coração Divino da Glória 31°23'32.10"S 52°35'8.56"W</p>	<p>10 ha sendo 6 ha destinado a plantação de soja.</p>	<p>Soja, milho e fumo.</p>
<p><b>Área 5</b> Coração Divino da Glória 31°24'12"S 52°37'3.3"W</p>	<p>13 ha, sendo 1,4 ha destinado a plantação de <i>Eucalyptus</i> sp., e aproximadamente 1 ha de fumo, presença de riacho, com pouca mata ciliar preservada.</p>	<p>Soja, fumo e milho, criação de suínos e aves (galinhas, patos e gansos).</p>
<p><b>Área 6</b> Coração Divino da Glória 31°24'10.81"S 52°37'41.25"W</p>	<p>14 ha sendo cerca de 7 ha de mata nativa preservada no entorno do Arroio Pelotas que cruza a propriedade.</p>	<p>Soja.</p>

## 2.2 Delineamento amostral

Foram realizadas três ocasiões amostrais entre janeiro e março de 2018 período que registra altas temperaturas e maior ocorrência de insetos. A amostragem foi realizada através de coleta passiva utilizando armadilhas do tipo *pan trap* (TEIXEIRA, 2012), com esforço amostral de 24h de exposição em cada propriedade rural em cada ocasião amostral, totalizando três dias de amostragem por propriedade. Cada uma das seis propriedades rurais recebeu quatro unidades amostrais (UAs), que eram constituídas de 15 armadilhas dispostas em cinco conjuntos de três, em formato triangular (Figura 1).

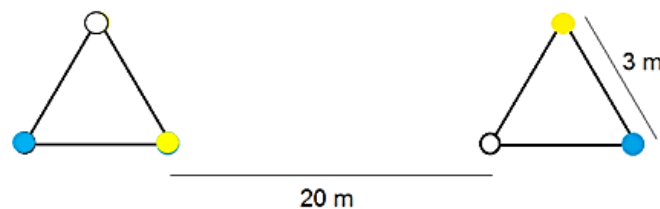


Figura 1 - Representação gráfica da posição e distanciamento de dois triângulos de armadilhas de uma Unidade Amostral. Os três círculos coloridos representam as *pan traps*.

As armadilhas *pan trap* utilizadas consistiam em um prato plástico fundo (nas cores branco, amarelo e azul, cujo comprimento de onda ultravioleta possui função atrativa), contendo 200 mL água e uma gota de detergente líquido, a fim de quebrar a tensão superficial da água (adaptado de Halinski et al., 2015). Cada prato foi fixado a um cano de PVC (100 cm de altura) através de uma cinta metálica perfurada, e foi elevado à altura da vegetação em floração, potencialmente visitada pelas abelhas (TUELL; ISAACS 2009). As quatro UAs foram distribuídas em três áreas de cultivo e uma área de borda de mata, visando contemplar a variedade de micro-habitat e heterogeneidade ambiental de cada sistema agrícola, totalizando 60 armadilhas por propriedade rural. Após a revisão das armadilhas, os espécimes coletados foram armazenados em frascos de vidro em álcool 70° e transportados ao Laboratório de Ecologia de Lepidoptera, no Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, para montagem e identificação. A identificação foi realizada com o uso de guias de identificação e chaves taxonômicas e auxílio de especialistas do grupo. As coletas foram executadas com amparo da licença expedida pelo ICMBio nº 45673-1.

## 2.3 Variáveis Ambientais

As variáveis abióticas consideradas envolvem características climáticas e da composição vegetal da região de estudo, através da análise da paisagem. Os dados de temperatura, umidade e velocidade do vento foram obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com estação meteorológica em Canguçu. A classificação da paisagem foi obtida a partir da verificação da cobertura vegetal e uso do solo nas áreas de estudo a partir de seis categorias (mata nativa, mata exótica, cultivo, área urbana, água e estradas) cujas proporções foram manualmente estimadas em um raio de 1 km no entorno de cada propriedade no Google Earth.

Os fatores abióticos relacionados ao clima foram reunidos, através de uma análise PCA (Análise de Componentes Principais), em uma única categoria denominada “clima”, considerando os valores do eixo 1 devido a maior porcentagem de representação dos dados. As categorias de vegetação utilizadas para análise foram “Mata” (agregando a cobertura de mata nativa e exótica) e “Cultivo”. As proporções de área de área urbana, água e estradas não foram consideradas nas análises, porque representavam, em média, menos de 5% da área total analisada.

## 2.4 Análise de dados

Os dados foram avaliados a partir da riqueza, abundância e composição de espécies das comunidades de abelhas. Com relação a alfa diversidade, realizou-se o cálculo de cobertura amostral, para estimar a representatividade das espécies de abelhas nos diferentes ambientes. Além disso, foram geradas curvas com o perfil de diversidade das comunidades associadas aos agroecossistemas, para averiguar padrões de equabilidade e dominância, utilizando a estatística  $q$  conforme proposto por Chao et al. (2013), onde  $q=0$  considera somente os valores de riqueza;  $q=1$  refere-se a equabilidade (índice de Shannon)  $q=2$  refere-se a dominância (índice de Simpson). Estas análises foram realizadas utilizando o software iNEXT Online (CHAO et al., 2016).

Os dados referentes a beta diversidade foram analisados por meio de uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), onde cada unidade amostral representou um ponto na coordenada. Foi utilizada medida de semelhança de Morisita, devido ao

as poucas ocasiões amostrais, para comparar possíveis diferenças na similaridade entre os sistemas de cultivo. Para ratificar a significância dos agrupamentos obtidos, foi realizado uma PERMANOVA com 999 permutações através da mesma medida de semelhança. Ambas análises foram realizadas utilizando o software PAST 3.21.

Para averiguar a influência das variáveis ambientais sobre a abundância das espécies de abelhas, foi realizada uma análise de Modelo de Regressão Linear Simples utilizando como covariáveis o sistema de cultivo (Orgânico e Convencional), “Clima”, Proporção de áreas de “Mata” e Proporção de áreas de “Cultivo”. A influência das variáveis foi testada através de uma ANOVA e os gráficos plotados no Programa R 3.5.1, utilizando os pacotes estatísticos *vegan* (OKSANEN et al., 2018), *lme4* (BATES et al., 2015), *lmerTest* (KUZNETSOVA et al., 2017).

### 3 Resultados

Ao longo do estudo, foram coletadas 1908 abelhas distribuídas em 83 espécies de Apidae pertencente as subfamílias Apinae (44 spp.), Halictinae (32 spp.), Andreninae (5 spp.) e Megachilinae (2 spp.) (Tabela 2), sendo a subfamília Halictinae a mais abundante (N=1288). A cobertura amostral do trabalho registrou 98% da fauna apícola potencialmente presente em ambos agroecossistemas (0,9802 no orgânico e 0,9778 no convencional), sendo a espécie *Augochlora (Augochlora) amphitrite* (Schrottky, 1909) a mais abundante em ambos agroecossistemas, seguida por *Melitoma segmentaria* (Fabricius, 1804) no sistema orgânico e quatro morfoespécies do gênero *Dialictus*, no sistema convencional.

Tabela 2 - Lista de espécies, subfamílias e o número de indivíduos amostrados entre janeiro e março de 2018 em propriedades rurais com sistema orgânico e convencional no município de Canguçu, Rio Grande do Sul (C=Convencional; O=Orgânico).

Subfamília	Espécies	C	O	Total
<b>Andreninae</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	<b>14</b>
	<i>Anthrenoides</i> sp.	0	1	1
	<i>Arhysosage cactorum</i> Moure, 1999	2	2	4
	<i>Callonychium (Callonychium) petuniae</i> Cure & Wittmann, 1990	6	0	6
	<i>Psaenythia</i> sp.	1	1	2
	<i>Rhophitulus</i> sp.	1	0	1
<b>Apinae</b>		<b>239</b>	<b>362</b>	<b>601</b>
	<i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)	0	2	2
	<i>Ancyloscelis romeroi</i> (Holmberg, 1903)	3	13	16
	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	40	33	73
	<i>Arhysoceble picta</i> (Friese, 1899)	17	23	40
	<i>Arhysoceble</i> sp.1	0	1	1
	<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	3	0	3
	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	2	4	6
	<i>Ceratina (Crewella) asunciana</i> Strand, 1910	1	2	3
	<i>Ceratina correntina</i> Schrottky, 1907	1	1	2
	<i>Ceratina richardsoniae</i> Schrottky, 1909	0	1	1
	<i>Ceratina</i> sp.1	1	7	8
	<i>Ceratina</i> sp.2	8	10	18

<i>Ceratina</i> sp.3	4	30	34
<i>Ceratina</i> sp.4	1	3	4
<i>Ceratina</i> sp.5	0	5	5
<i>Ceratina</i> sp.6	0	1	1
<i>Ceratina</i> sp.7	0	1	1
<i>Ceratina</i> sp.8	0	1	1
<i>Ceratina subcarinata</i> Roig-Alsina, 2013	2	2	4
<i>Gaesischia undulata</i> Urban, 1989	0	2	2
<i>Leiopodus lacertinus</i> Smith, 1854	0	1	1
<i>Melissodes (Ecplectica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)	8	29	37
<i>Melissodes</i> sp.1	1	20	21
<i>Melissoptila setigera</i> Urban, 1998	8	10	18
<i>Melissoptila</i> sp.1	1	0	1
<i>Melissoptila</i> sp.2	2	0	2
<i>Melissoptila</i> sp.3	1	0	1
<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	31	84	115
<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	0	2	2
<i>Plebeia saiqui</i> (Friese, 1900)	3	0	3
<i>Ptilothrix fructifera</i> (Holmberg, 1903)	0	2	2
<i>Ptilothrix relata</i> (Holmberg, 1903)	32	29	61
<i>Ptilothrix</i> sp.1	15	8	23
<i>Ptilothrix</i> sp.2	2	0	2
<i>Ptilothrix</i> sp.3	0	1	1
<i>Tetrapedia</i> sp.	0	1	1
<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepelletier, 1841)	39	21	60
<i>Thygater (Nectarodiaeta) mourei</i> Urban, 1961	1	0	1
<i>Thygater (Nectarodiaeta) sordidipennis</i> Moure, 1941	2	0	2
<i>Thygater</i> sp.1	3	5	8
<i>Thygater</i> sp.2	1	0	1
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	3	6	9
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) augusti</i> Lepelletier, 1841	2	1	3
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	1	0	1
<b>Halictinae</b>	<b>756</b>	<b>532</b>	<b>1288</b>
<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)	157	220	377
<i>Augochlora (Augochlora) caerulior</i> Cockerell, 1900	6	6	12
<i>Augochlora (Augochlora) cydippe</i> (Schrottky, 1910)	0	3	3
<i>Augochlora (Oxystoglossella) iphigenia</i> Holmberg, 1886	48	57	105
<i>Augochlora (Augochlora) nausicaa</i> (Schrottky, 1909)	1	3	4
<i>Augochlora (Augochlora) perimelas</i> Cockerell, 1900	3	2	5
<i>Augochlora (Augochlora) phoemonoe</i> (Schrottky, 1909)	7	13	20
<i>Augochlora</i> sp.1	1	0	1
<i>Augochlora (Augochlora) thusnelda</i> Schrottky, 1909	1	2	3
<i>Augochlorella aurata</i> (Smith, 1853)	0	4	4
<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	10	11	21
<i>Augochlorella iopoecila</i> Moure, 1950	3	0	3
<i>Augochlorella urania</i> (Smith, 1853)	1	1	2

<i>Augochloropsis</i> sp.1	5	1	6
<i>Augochloropsis</i> sp.2	0	1	1
<i>Augochloropsis</i> sp.3	0	1	1
<i>Augochloropsis</i> sp.4	1	1	2
<i>Caenohalictus</i> sp.1	1	0	1
<i>Callonychium (Callonychium) petuniae</i> Cure & Wittmann, 1990	1	0	1
<i>Ceratalictus clonius</i> (Brèthes, 1909)	1	0	1
<i>Dialictus</i> sp.1	92	8	100
<i>Dialictus</i> sp.2	101	62	163
<i>Dialictus</i> sp.3	136	34	170
<i>Dialictus</i> sp.4	19	16	35
<i>Dialictus</i> sp.5	8	1	9
<i>Dialictus</i> sp.6	2	1	3
<i>Dialictus</i> sp.7	101	46	147
<i>Dialictus</i> sp.8	4	0	4
<i>Paroxystoglossa brachycera</i> Moure, 1960	1	0	1
<i>Pseudagapostemon (Neagapostemon) cyanomelas</i> Cure, 1989	5	2	7
<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pruinosus</i> Moure & Sakagami, 1984	38	36	74
<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)	2	0	2
<b>Megachilinae</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<i>Epanthidium</i> sp.	0	1	1
<i>Megachile</i> sp.	2	2	4
<b>Total Geral</b>	<b>1007</b>	<b>901</b>	<b>1908</b>

No sistema orgânico foram amostrados 901 indivíduos distribuídos em 63 espécies e no sistema convencional foram registrados 1007 indivíduos distribuídos em 64 espécies. Dezenove espécies foram exclusivas do sistema orgânico e 20 exclusivas do sistema convencional, sendo 44 compartilhadas entre ambos agroecossistemas. Com relação a cor das armadilhas, observou-se que a cor azul atraiu 55% dos espécimes, seguida pela cor amarelo com 25% e a cor branca com 20%.

O perfil de diversidade das comunidades (Figura 2), revela que não há diferença significativa entre os agroecossistemas visto que há sobreposição dos intervalos de confiança das curvas de cada agroecossistema estudado. Ao considerar apenas os valores de riqueza ( $q=0$ ), há sobreposição total das comunidades, e conforme os valores de abundância passam a ser considerados é possível observar uma tendência a equabilidade da comunidade associada ao agroecossistema orgânico ( $q=1$ ), ainda que a haja sobreposição nos desvios padrão. Ao observar o

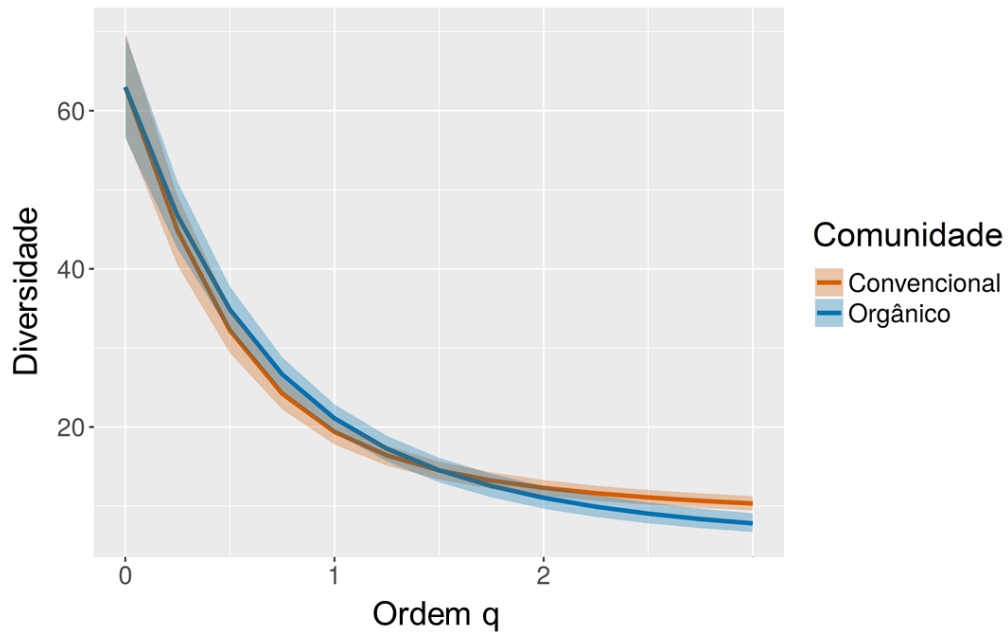


Figura 2 - Perfil de diversidade das comunidades de abelhas associadas aos agroecossistemas orgânico e convencional, amostradas entre janeiro e março de 2018 no município de Canguçu, Rio Grande do Sul.

gráfico de distribuição de abundâncias (Figura 3) percebe-se que a comunidade de abelhas do agroecossistema orgânico tende a uma distribuição mais equilibrada, com exceção da espécie mais abundante *Augochlora (Augochlora) amphitrite* (Schrottky, 1909). Em comparação com o sistema convencional, este apresenta ao menos cinco espécies com uma grande abundância em relação as demais espécies da comunidade. Essa característica pode ser observada no perfil de diversidade da comunidade, com a maior atribuição dos valores de abundância ( $q=2$ ), sendo possível observar que a comunidade associada ao sistema convencional passa a ser mais diversa, porém sem diferença significativa.

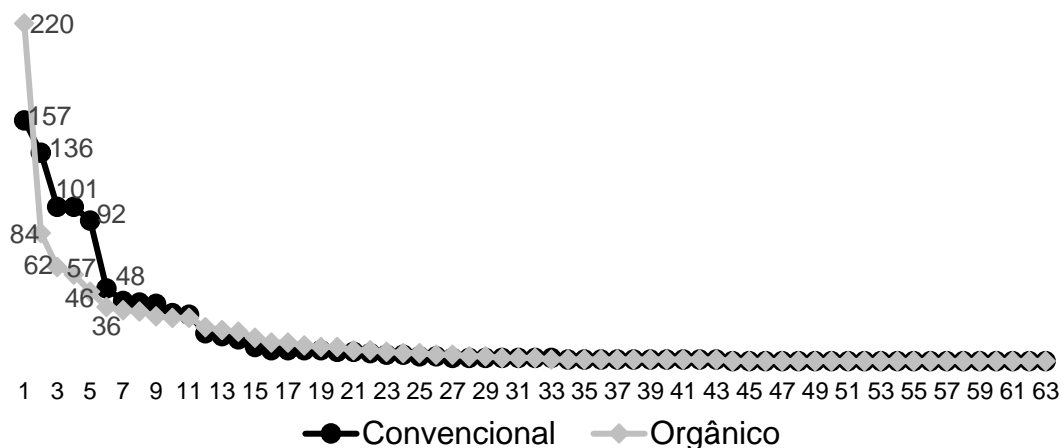


Figura 3 – Curva de distribuição de abundância das espécies de abelhas em agroecossistemas orgânico e convencional, amostradas entre janeiro e março de 2018 no município de Canguçu, Rio Grande do Sul.



A figura 4 se refere a beta diversidade dos ambientes avaliados, sendo que cada ponto representa uma das unidades amostrais de cada propriedade. É possível observar uma segregação na composição de espécies de abelhas entre os agroecossistemas, ratificado pela diferença estatística significativa conforme a PERMANOVA ( $F=3,079$ ;  $p=0,007$ ). Percebe-se, em geral, que a similaridade entre os locais de agricultura orgânica é maior visto a agregação dos pontos, o que pode indicar uma menor substituição de espécies dentro deste agroecossistema, sendo que para a agricultura convencional o padrão se inverte. Também é possível notar uma forte associação entre os pontos das UA de borda de mata do agroecossistema convencional, com o agrupamento do sistema orgânico.

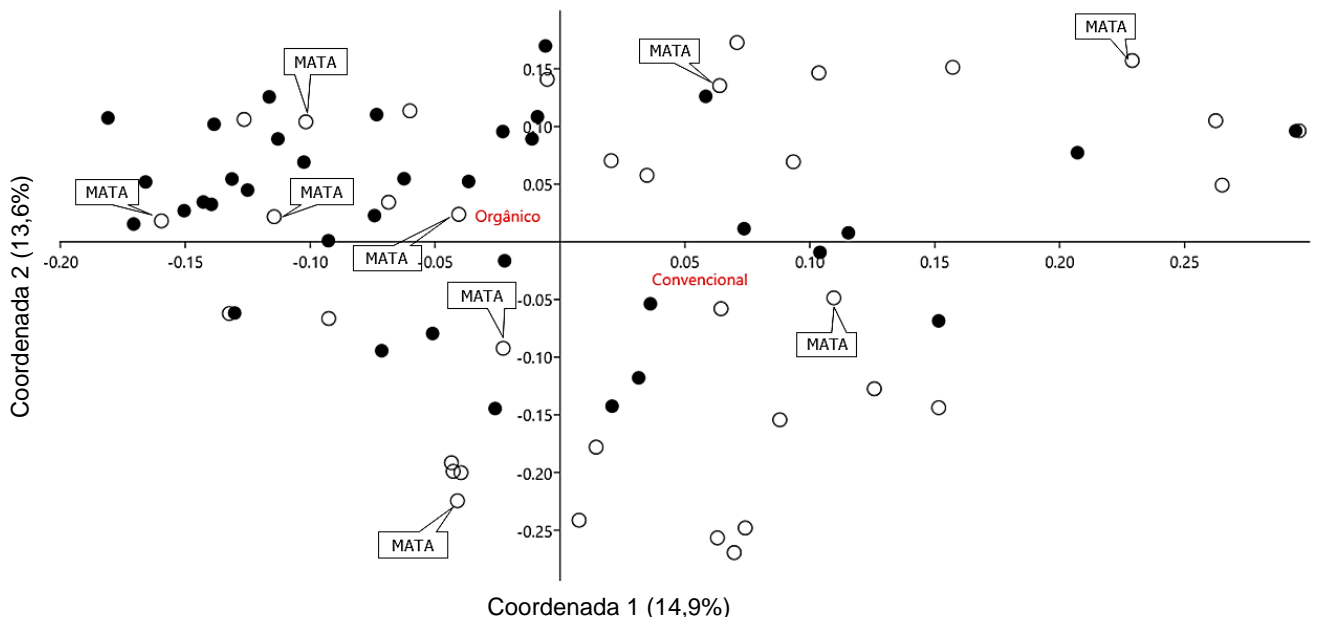


Figura 4 - Análise de Coordenadas Principais (PCoA), segundo índice de Morisita, indicando a similaridade das comunidades de abelhas associadas ao sistema orgânico (círculos preenchidos) e convencional (círculos vazios), amostradas entre janeiro e março de 2018 no município de Canguçu, Rio Grande do Sul. Cada ponto se refere a uma unidade amostral de cada propriedade, sendo destaque as áreas de borda de mata do sistema convencional.

Com relação a influência das variáveis ambientais sobre a abundância das espécies de abelhas, o GLM indicou influência significativa tanto da proporção de área de mata do entorno (ANOVA,  $F=5,416$ ;  $p=0,037$ ) quanto do sistema de cultivo (ANOVA,  $F=5,153$ ;  $p=0,041$ ). A abundância relativa do sistema orgânico foi maior em comparação com o sistema convencional, apresentando maior valor de mediana e menor variação de valores de abundância (Figura 5). A influência de cobertura florestal indica uma relação positiva entre o aumento na proporção de área de mata das propriedades e os valores de abundância (Figura 6). Isto sugere, que além do tipo de agroecossistema, a influência da paisagem do entorno, como um mosaico de

diferentes sistemas florestais, é fundamental para a manutenção da diversidade de abelhas.

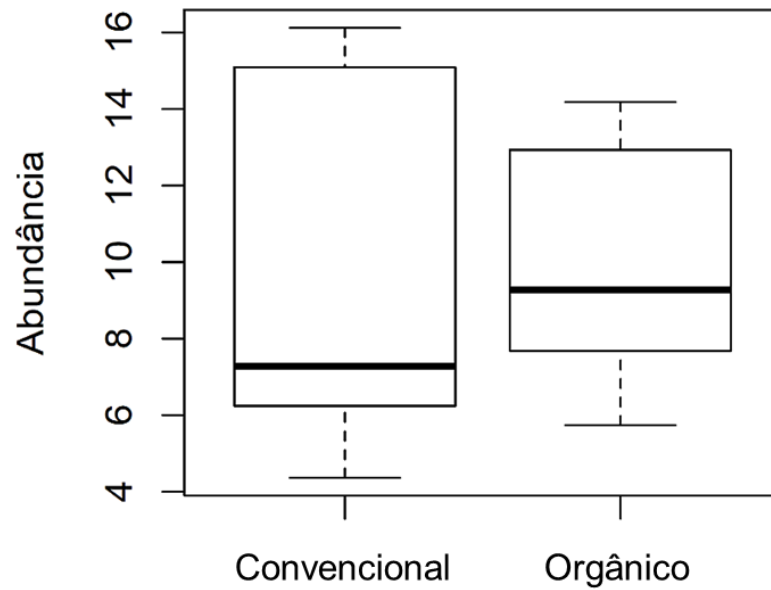


Figura 5 - Boxplot representando a relação dos sistemas de cultivo com a abundância de abelhas amostradas entre janeiro e março de 2018, no município de Canguçu, Rio Grande do Sul.

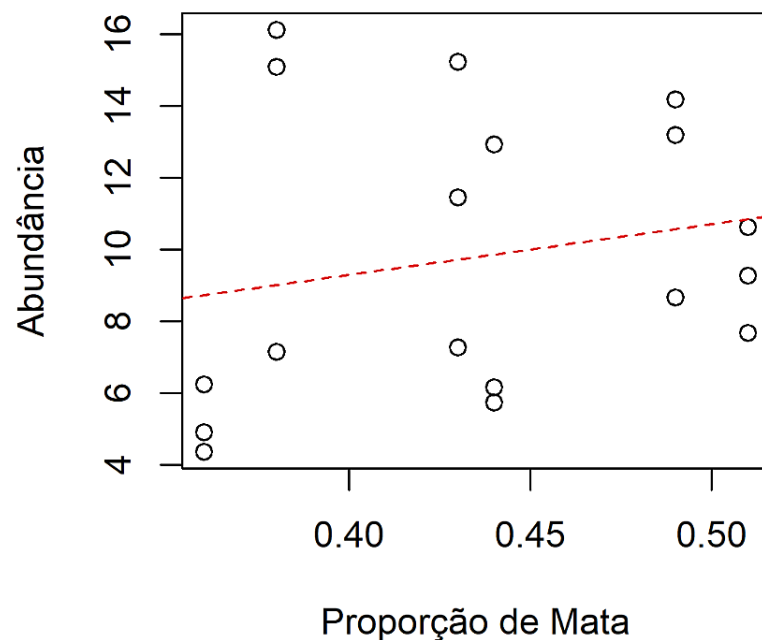


Figura 6 - Relação da proporção de área de mata com a abundância de abelhas amostradas entre janeiro e março de 2018, no município de Canguçu, Rio Grande do Sul.

#### 4 Discussão

Conforme hipótese inicial, a composição das comunidades de abelhas diferiu de acordo com o tipo de agroecossistema, ainda que não tenhamos encontrado diferença significativa no perfil de diversidade entre os agroecossistemas, como esperado inicialmente. Elementos da paisagem, como a proporção de mata e o tipo de sistema de cultivo, mostraram-se positivamente correlacionados com a distribuição da abundância nos ambientes estudados.

O valor de cobertura amostral de 98% da fauna apícola presente em ambos os sistemas, convencional e orgânico, reflete a abundância das populações vinculada a ocorrência de insetos característica do verão, período do ano em que foram realizadas as coletas, com temperaturas mais elevadas e dias mais longos, o que estimula o forrageamento e a reprodução (WOLDA, 1978). A grande abundância da subfamília Halictinae pode ter sido influenciada pelo método de captura que favorece pequenas abelhas (PRADO et al. 2017) e subestima a diversidade de abelhas mais robustas (HALINSKI, 2015), como da subfamília Colletinae, que não foi amostrada em nosso trabalho, e Megachilinae que apresentou somente 5 espécimes. No entanto, a utilização de *pan trap* é recomendada para inventários de insetos em paisagens abertas (PRADO et al., 2017), como neste trabalho. Além disso, há registros de altas frequências de Halictinae no sul do Brasil, comum em áreas de vegetação campestre, sendo que os gêneros *Augochlora* e *Dialictus*, mais abundantes do nosso estudo, possuem alta densidade populacional na região (GONÇALVES; MELO, 2005).

A alta abundância de Halictinae é relatada em diferentes trabalhos (GONÇALVES; OLIVEIRA 2013; FRANCESCHINELLI ET AL., 2017), onde esteve diretamente ligada ao aumento da fragmentação da paisagem, cenário semelhante à nossa área de estudo. Um trabalho desenvolvido no bioma Pampa Argentino por Le Féon et al. (2016), utilizando método de amostragem semelhante ao de nosso estudo e estudando áreas com sistema convencional (soja), registrou grande abundância do

gênero *Dialictus*. Outros trabalhos que amostraram com *pan trap*, como Halinski et al. (2015) em lavouras de canola e Krug et al. (2010) em lavouras de cucurbitáceas, ambos na região Sul do Brasil, também registraram grande abundância desse gênero. Representantes deste grupo possuem hábito gregário, são generalistas e podem forragear nas lavouras de soja durante o seu período de floração no verão. O mesmo padrão foi verificado no nosso estudo, sendo este gênero dominante no agroecossistema convencional. A segunda espécie mais abundante no sistema orgânico foi *Melitoma segmentaria* (n=84), uma abelha solitária que, segundo Happe et al. (2018), são um grupo mais suscetível a intensificação da agricultura e fortemente ligados ao sistema orgânico.

O perfil de diversidade das comunidades não mostra diferença significativa entre os agroecossistemas, contrário à nossa hipótese e diferente do que foi registrado por diversos autores (CARRÉ et al., 2009; FORREST et al., 2015; HAPPE et al., 2018; LE FÉON et al., 2010). Holzschuh et al. (2007) apesar de registrar maior diversidade de abelhas em agroecossistemas orgânicos, notou que essa diferença diminuiu com a influência da heterogeneidade da paisagem, característica marcante das áreas do presente estudo. Por outro lado, resultados semelhantes aos nossos foram encontrados no trabalho de Kehinde et al. (2018) realizado na África do Sul, onde não houve diferença na riqueza entre os agroecossistemas, tendo uma maior abundância associada ao sistema convencional. Para os autores, esse resultado pode ser explicado pela baixa atratividade dos *pan traps* considerando a grande quantidade de flores no sistema orgânico. Porém, em nosso estudo, o tipo de agroecossistema teve menor influência sobre a diversidade de abelhas, se comparado com o contexto da paisagem, que mantém um gradiente heterogêneo característico dos inúmeros minifúndios do município. Da mesma forma, Ekroos et al. (2008) não encontraram diferença significativa entre a alfa diversidade dos agroecossistemas, e relatam a influência da paisagem na determinação da biodiversidade.

O período de coleta coincidiu com o período de floração da soja *Glycine max* (L.) Merr. nos agroecossistemas convencionais, porém no sistema orgânico a policultura não permitiu a padronização do período de floração, e as coletas foram realizadas em diferentes estágios do desenvolvimento das culturas. No entanto, essa disparidade na floração entre os agroecossistemas não teve influência na diversidade de abelhas, ainda que haja registros na literatura de que a floração massiva pode

atrair inúmeros insetos (ZOU et al., 2017; LE FÉON et al., 2010). No entanto, culturas anuais fornecem recurso alimentar aos insetos em um período específico, o que não garante recursos ao longo de todo o ano, por isso também o contexto da paisagem influencia na estruturação das comunidades. A curva de distribuição de espécies no sistema convencional indica uma tendência a presença de espécies dominantes, que foi relatado por Zou et al. (2017), no sul da China, onde registraram maior abundância e menor riqueza de abelhas associada ao sistema convencional.

Conforme esperado, houve diferença na composição de espécie entre os agroecossistemas assim como registrado por Forrest et al. (2015) em um trabalho realizado na Califórnia (EUA). Em nosso estudo, bem como o trabalho supracitado, as áreas de estudo estiveram inclusas na média da área de uso das abelhas (1-5km) (GREENLEAF et al. 2007), o que revela a importância de micro-habitat e sua influência na estruturação das comunidades. A forte associação entre os pontos do sistema orgânico, indica menor substituição de espécies na comunidade, cujas relações ecológicas estão bem estabelecidas. Este resultado corrobora com o encontrado por Carrié et al. (2018), em um estudo desenvolvido na Suécia, onde detectaram maior estabilidade espaço-temporal da riqueza de abelhas associadas ao agroecossistema orgânico. Essa tendência a equabilidade na comunidade associada ao sistema orgânico também pode ser observada na estatística  $q=1$  do perfil de diversidade do nosso trabalho. A similaridade na composição entre as áreas de borda de mata com o agrupamento orgânico possui registro na literatura (Briggs et al., 2013; Forrest et al., 2015), e pode estar representando um local de refúgio para as espécies associadas ao sistema convencional.

Com relação as variáveis de paisagem, o sistema de cultivo orgânico apresentou menor variação na abundância o que indica novamente a tendência a equabilidade desta comunidade. No entanto, a menor variação de abundância nesta comunidade está ligada a grande quantidade de espécies raras registradas. Segundo Wood et al. (2015), é comum inventários de abelhas apresentarem 50% de *singletons* sendo a fauna apícola localmente diversa e variável no tempo e espaço. Houve correlação positiva da proporção de áreas de mata sobre a abundância de abelhas assim como registrado por Garibaldi et al. (2016) no México, onde abelhas da tribo Euglossini apresentaram maior alfa diversidade quanto mais próximas das áreas florestais. Ferreira et al. (2015), em um trabalho realizado na Bahia, relatam que a

perda da cobertura florestal, em escala regional ou local, impacta negativamente as comunidades de abelhas especialmente as que fazem ninho acima do solo em árvores vivas ou mortas. Somente recursos para forrageio não são suficientes para sustentação da comunidade e abelhas, são também necessários habitats para nidificação (HALINSKI et al., 2015; NICHOLSON et al., 2017). Fragmentos de mata nativa ou exótica fornecem recurso para nidificação e, juntamente de práticas amigáveis aos polinizadores, como ocorre em agroecossistemas orgânicos, favorecem a manutenção de comunidades de abelhas que beneficiam a produtividade dos agroecossistemas.

## **5 Conclusões**

Considerando o baixo número de estudos com esta temática na região Neotropical e a importância da atividade agrícola, especialmente no estado do Rio Grande do Sul, este trabalho evidenciou diferenças na composição das comunidades associadas aos diferentes agroecossistemas, bem como a importância da composição da paisagem para manutenção da biodiversidade de abelhas, devido a correlação positiva entre a abundância de abelhas com o sistema orgânico e a proporção de mata do entorno. Este trabalho contribuiu para o conhecimento sobre o grupo de abelhas na região de estudo bem como para ecologia de insetos associados a gradientes de perturbação antrópica na região subtropical no Brasil.

## Referências

AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY. "Bee Species Outnumber Mammals And Birds Combined." **ScienceDaily**. Science News, 2008. Disponível em: <[www.sciencedaily.com/releases/2008/06/080611135020.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2008/06/080611135020.htm)> Acesso em: 12/09/2018.

ANDERSSON, G.K.S.; BIRKHOFFER, K.; RUNDLÖF, M.; SMITH, H.G. Landscape heterogeneity and farming practice alter the species composition and taxonomic breadth of pollinator communities. **Basic and Applied Ecology**. n.14, p.540-546, 2013.

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n.1, p.1-48, 2015.

BRIGGS, H. M.; PERFECTO, I.; BROSI, B. J. The Role of the Agricultural Matrix: Coffee Management and Euglossine Bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) Communities in Southern Mexico. **Environmental Entomology**, v. 42, n. 6, p. 1210 - 1217, 2013.

BROWN, J. C. E ALBRECHT, C. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. **Journal of Biogeography**, n.28, p.623-634, 2001.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrates**. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 2ed, 2002, 936 pp.

CARRÉ, G.; ROCHE, P.; CHIFFLET, R.; MORISON, N.; BOMMARCO, R.; HARRISON-CRIPPS, J.; KREWENKA, K.; POTTS, S. G.; ROBERTS, S. P.M.; RODET, G.; SETTELE, J.; STEFFAN-DEWENTER, I.; SZENTGYÖRGYI, H.; TSCHEULIN, T.; WESTPHAL, C.; WOYCIECHOWSKI, M.; VAISSIÈRE, B. E. Landscape context and habitat type as drivers of bee diversity in European annual crops. Agriculture. **Ecosystems and Environment**. n. 133, p. 40–47, 2009.

CARRIÉ, R.; EKROOS, J.; SMITH, H. G. Organic farming supports spatiotemporal stability in species richness of bumblebees and butterflies. **Biological Conservation**. v. 227, p. 48–55, 2018.



CHAO, A.; Y. T. WANG; L. JOST. Entropy and the species accumulation curve: A novel estimator of entropy via discovery rates of new species. **Methods in Ecology and Evolution**, v.4, p.1091–1110, 2013.

CHAO, A.; MA, K.H.; HSIEH, T.C. iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online. Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. 2016. Programa e Manual do usuário disponível em: <[chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download)> Acesso em 15 de outubro de 2018.

CICCONETO, Joana. **A diversidade e a emergência da agricultura familiar ecológica em Canguçu (RS): percepções, estratégias e discursos**. 2011. 137p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

EKROOS, J.; PIHA, M.; TIAINEN, J. Role of organic and conventional field boundaries on boreal bumblebees and butterflies. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 124, p. 155 -159, 2008.

EMMERSON, M.; Morales, M. B.; Oñate, J. J.; Batáry, P.; Berendse, F.; Liira, J.; Aavik, T.; Guerrero, I.; Bommarco, R.; Eggers, S.; Pärt, T.; Tscharrntke, T.; Weisser, W.; Clement, L.; Bengtsson, J. How Agricultural Intensification Affects Biodiversity and Ecosystem Services. **Advances in Ecological Research**, v. 55, p.43–97, 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Conservation Agriculture**. Overview. Disponível em:< <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en>> Acesso em: 24/11/2017

FERREIRA, P. A.; Boscolo, D.; Carvalheiro, L. G.; Biesmeijer, J. C.; Rocha, P. L. B.; Viana, B. F. (2015). Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. **Landscape Ecology**. v. 30, n. 10, p. 2067–2078, 2015

FRANCESCHINELLI, E.V.; ELIAS, M.A.S.; BERGAMINI, L.L.; SILVA-METO, C.M.; SUJII, E.R. Influence of landscape context on the abundance of native bee pollinators in tomato crops in Central Brazil. **Journal of Insect Conservation**. n.21, p.715–726, 2017.

FORREST, J. R. K.; THORP, R. W.; KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M. Contrasting patterns in species and functional-trait diversity of bees in an agricultural landscape. **Journal of Applied Ecology**, n. 52, v. 3, p. 706–715, 2015.

GARIBALDI, L. A.; CARVALHEIRO, L.G.; VAISSIÈRE, B.E.; GEMMILL-HERREN, B.; HIPÓLITO, J.; FREITAS, B.M.; NGO, H.T.; AZZU, N.; SÁEZ, A.; ÅSTRÖM, J.; AN, J.; BLOCHTEIN, B.; BUCHORI, D.; GARCÍA, F.J.C.; SILVA, F. O.; GOSS, M.; IRSHAD, M.; KASINA, M.; PACHECO FILHO, A.J.S.; KIILL, L.H.P.; KWAPONG, P.; PARRA, G.; PIRES, C.; PIRES, V.; RAWAL, R.S.; RIZALI, A.; SARAIVA, A.M.; VELDTMAN, R.; VIANA, B. F.; WITTER, S.; ZHANG, H. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. **Science Reports**, v. 351, n. 6271, p. 388–391, 2016.

GONÇALVES, R.; MELO, G.A.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s. l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 49, n.4, p.557- 571, 2005.

GONÇALVES, R.; OLIVEIRA, P. Preliminary results of bowl trapping bees (Hymenoptera, Apoidea) in a southern Brazil forest fragment. **Journal of Insect Biodiversity**. v.1, n. 2, p.1 - 9, 2013.

GREENLEAF, S.S.; WILLIAMS, N.M.; WINFREE, R.; KREMEN, C. Bee foraging ranges and their relationship to body size. **Oecologia**, v.153, n.3, p. 589 - 596, 2007.

HALINSKI, R. Valor dos serviços ambientais de polinização. In: **Abelhas na Polinização da Canola: benefícios ambientais e econômicos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014. 71p.

HALINSKI, R.; DORNELES, A. L.; BLOCHTEIN, B. Bee assemblage in habitats associated with *Brassica napus* L. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, n.3, p. 222 - 228, 2015.

HAPPE, A.; RIESCH, F.; RÖSCH, V.; GALLÉ, R.; TSCHARNTKEA, T.; BATÁRY, P. Small-scale agricultural landscapes and organic management support wild bee communities of cereal field boundaries. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.254, p. 92 - 98, 2018.

HOLZSCHUH, A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; KLEIJN, D.; TSCHARNTKE, T. Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: Effects of farming system, landscape composition and regional context. **Journal of Applied Ecology**, n.44, v.1, p.41 - 49, 2007.

JAGORET P.; MICHEL-DOUNIAS, I.; SNOECK, D.; NGNOGUÉ, H. T.; MALÉZIEUX, I. Afforestation of savannah with cocoa agroforestry systems: a small-farmer innovation in central Cameroon. **Agroforestry Systems**, n. 86, p. 493 - 504, 2012.

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**. v.76, p. 1 - 10, 2009.  
KEHINDE, T.; WEHRDEN, H VON; SAMWAYS, M.; KLEIN, A. M.; BRITAIN, C. Organic farming promotes bee abundance in vineyards in Italy but not in South Africa. **Journal of Insect Conservation**. n.22, n.1, p. 61 - 67, 2018.

KLATT BK, 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**, v. 28, p.1 - 8, 2013.

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

KLEIN, A-M.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Rain forest promotes trophic interactions and diversity of trap-nesting Hymenoptera in adjacent agroforestry. **Journal of Animal Ecology**, v. 75, p. 315 - 323, 2006.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, n.99, v.26, p. 16812 - 16816, 2002.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; CANE, J. Visiting bees of *Cucurbita* flowers (Cucurbitaceae) with emphasis on the presence of *Peponapis fervens* Smith (Eucerini – Apidae) - Santa Catarina, southern Brazil. **Oecologia Australis**. v.14, n.1, p. 128 - 139, 2010.

KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, P.B.; CHRISTENSEN, R.H.B. ImerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. **Journal of Statistical Software**. v.82, n.13, p.1 - 26, 2017.

LE FÉON, V.; SCHERMANN-LEGIONNET, A.; DELETTRE, Y.; AVIRON, S.; BILLETER, R.; BUGTER, R.; HENDRICKX, F.; BUREL, F. Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: A large scale study in

four European countries. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.137, p. 143 - 150, 2010.

LE FÉON, V.; POGGIO, S. L.; TORRETTA, J. P.; BERTRAND, C.; MOLINA, G. A. R.; BUREL, F., BAUDRY, J.; GHERSA, C. M. Diversity and life-history traits of wild bees (Insecta: Hymenoptera) in intensive agricultural landscapes in the Rolling Pampa, Argentina. **Journal of Natural History**, v. 50, n. 19 - 20, p. 1175 - 1196, 2016.

MACARTHUR, R. H. E.; MACARTHUR J. W. On Bird Species Diversity. **Ecological Society of America**, v. 42, n. 3, p. 594 - 598, 1961.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática para o Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 141 - 150, 2000.

MARCO JR, P. D., COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1245 - 1255, 2004.

MARTINELLI, L. A.; NEYLOR, R.; VITOUSEK, P, M; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**. V. 2, p. 431 - 438, 2010.

MELO, G. A. R., GONÇALVES, R. B. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, n.1, p. 153 - 159, 2005.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers in association with International Centre for Research in Agroforestry, 1993. 499p.

NICHOLSON, C. C.; KOH, I.; RICHARDSON, L. L.; BEAUCHEMIN, A.; RICKETTS, T. H. Farm and landscape factors interact to affect the supply of pollination services. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 250, p. 113 - 122, 2017.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M.H.H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.5-2, 2018. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

OLIVEIRA, P. E., MARUYAMA, P. K. Sistemas Reprodutivos. In: RECH, A.R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 527p.

PINHEIRO, M; GAGLIANONE, M. C.; NUNES, C. E. P.; SIGRIST, M. R.; SANTOS, I.A. Polinização por abelhas. In: RECH, A.R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (Org.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. 527p.

PRADO, S.G.; NGO, H.T.; FLOREZ, J.A.; COLLAZO, J.A. Sampling bees in tropical forests and agroecosystems: a review. **Journal of Insect Conservation**. v.21, n.5, p. 1 - 18, 2017.

RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. 810p.

ROBERTSON, G. P.; SWINTON, S. M. Reconciling agricultural productivity and environmental integrity: a grand challenge for agriculture. **Frontiers in Ecology and the Environment**., V.3, p.38-46, 2005.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; GOULSON, D.; PENNACCHIO, F.; NAZZI, F.; GOKA, K; DESNEUX, N. Are bee diseases linked to pesticides? - A brief review. **Environment International**, v.89, n.90, p.7–11, 2016.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Porto alegre: SCP, 2ª edição, 2002.

SILVEIRA, V.C.P.; GONZÁLEZ, J.A.; FONSECA, E.L. Land use changes after the period commodities rising price in the Rio Grande do Sul State, Brazil. **Ciência Rural**. v.47, n.4, 2017.

SPAROVEK, G.; BERNDDES, G.; KLUG, I. L. F.; BARRETTO, A. G. O. P. Brazilian Agriculture and Environmental Legislation: Status and Future Challenges. **Environmental Science & Technology**. v.44, n. 16, p. 6046–6053, 2010.

TEIXEIRA, F. M. Técnicas de captura de Hymenoptera (Insecta). **Vértices**, v.14, n.1, p.169–198, 2012.

TILMAN, D.; CASSMAN, K. G.; MATSON, P. A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**. v. 418, p. 671-677, 2002.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 3ed, 2010. 547p.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos Insetos**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 809 p.

TUELL, J. K., e ISAACS, R. Elevated pan traps to monitor bees in flowering crop canopies. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 131, n.1, p. 93–98, 2009.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P.; BLOCHTEIN, B.; LISBOA, B. B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **As abelhas e a agricultura**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2014a. 143p.

WITTER, S E NUNES-SILVA, P. **Manual de Boas Práticas para o manejo e conservação de abelhas nativas (meliponíneos)**. 1ed, Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2014b. 141p.

WOLDA, H. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **Journal of Animal Ecology**. v. 47, p. 369-381, 1978.

WOOD, T. J.; HOLLAND, J.M.; GOULSON, D. Pollinator-friendly management does not increase the diversity of farmland bees and wasps. **Biological Conservation**. v.187, p.120-126, 2015.

ZOU, Y.; BIANCHI, F. J.J.A.; JAUKER, F.; XIAO, H.; CHEN, J.; CRESSWELL, J.; LUO, S.; HUANG, J.; DENG, X.; HOU, L.; WERF, W. van der. Landscape effects on pollinator communities and pollination services in small-holder agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.246, p.109-116, 2017.