

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS MEDIANEIRA**

**LEANDRO FINGER**

**PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU: SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS  
PROPORCIONADOS PARA A CULTURA DA SOJA**

**TRABALHO DE DISSERTAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS  
PPGTAMB**

**MEDIANEIRA  
2018**

**LEANDRO FINGER**

**PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU: SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS  
PROPORCIONADOS PARA A CULTURA DA SOJA**

Trabalho de dissertação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais, do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais – PPGTAMB – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Discente: Leandro Finger

Orientadora: Profa. Dra. Carla Daniela Câmara

Coorientadora: Profa. Dra. Denise Lange

**MEDIANEIRA  
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

F497p

Finger, Leandro

Parque Nacional do Iguaçu: serviços ecossistêmicos proporcionados para a cultura da soja / Leandro Finger – 2018.  
73 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Carla Daniela Câmara

Coorientadora: Denise Lange

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Medianeira, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Polinização por insetos. 2. Áreas de conservação de recursos naturais. 3. Cultivos agrícolas 4. Tecnologias Ambientais - Dissertações. I. Câmara, Carla Daniela, orient. II. Lange, Denise, coorient. IV. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. V. Título.

CDD: 600

Biblioteca Câmpus Medianeira  
Marci Lucia Nicodem Fischborn 9/1219

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU: SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROPORCIONADOS PARA A CULTURA DA SOJA**

Por

**LEANDRO FINGER**

Essa dissertação foi apresentada às 8:30 horas, do dia 23 de março de dois mil e dezoito, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais, Linha de Pesquisa Tecnologias de Prevenção e Controle de Impactos Ambientais, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Carla Daniela Câmara (Orientadora – PPGTAMB)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Denise Lange (Coorientadora - UTFPR)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cristiane Rohde (Membro Interno – UTFPR)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Patrícia Paula Bellon (Membro Externo – UDC)

**“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa”**

***A minha noiva Poliana e a toda minha família.  
Dedico essa formação com muito carinho.***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu guia! Por ter me dado saúde, força e pessoas maravilhosas para que eu conseguisse superar as dificuldades ao longo de toda a vida.

Meu agradecimento mais profundo só poderia ser a minha companheira: Poliana Paula Quitaiski. Proporcionou-me uma enorme transformação de vida, acendeu meus pensamentos e possibilitou sonhar e alcançar sonhos outrora distantes. O período em que estivemos encarando juntos o mestrado foi de muitos desafios, mas unidos alcançamos muitas conquistas e alegrias, e provamos que juntos somos mais fortes! Obrigado por toda sua dedicação a mim e a este trabalho!

Aos meus pais Nestor e Irene, pela criação e educação que me deram. Também a eles e a minha irmã Leticia, pelo amor, incentivo e apoio. Por compreenderem os momentos de ausência e abarcarem o caminho que decidi trilhar.

A toda minha família e a de minha noiva, pelo fundamental apoio em todos os momentos.

Às orientadoras deste trabalho, Prof.<sup>a</sup> Dra. Carla Daniela Câmara e Prof.<sup>a</sup> Dra. Denise Lange, por me proporcionarem conhecimento e crescimento pessoal através de ajuda, sabedoria, disposição, paciência e muita dedicação comigo e com meu trabalho. Sem pessoas como vocês este trabalho não seria possível.

Ao Prof. Dr. Fernando Cesar Vieira Zanella por sua ajuda fundamental na identificação dos polinizadores.

À Prof.<sup>a</sup> Dra. Cristhiane Rohde pela ajuda despendida na identificação dos artrópodes e pela participação na banca de avaliação e à Prof.<sup>a</sup> Dra. Patricia Bellon pela participação na banca de avaliação.

Ao Prof. Dr. Ismael Laurindo Costa Junior que mesmo não fazendo parte desta pesquisa, sempre esteve presente como professor e amigo.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais pela infraestrutura, oportunidade e formação.

Aos colegas “sobreviventes” da turma de 2016, César, Cleidimar, Daniel, Fernando, Karine e Poliana, pelas ótimas conversas e trocas de ideias.

Aos proprietários da área de estudo desta pesquisa, por cederem o espaço e aos demais colaboradores por repassarem as informações necessárias.

Aos colegas Lucas Biondi e Pedro Fili pela ajuda proporcionada.

A todos os agricultores que produzem alimento e sustentam a economia deste país.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a pesquisa.

A todos que de uma forma ou de outra participaram de minha formação, meu muito obrigado!

## RESUMO

FINGER, Leandro. **Parque Nacional do Iguaçu: Serviços Ecológicos Proporcionados para a Cultura da Soja**. 2018. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2018.

Este estudo objetivou verificar a importância dos insetos polinizadores na produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e investigar se o Parque Nacional do Iguaçu (PNI) atua como fonte de polinizadores para culturas agrícolas. Adicionalmente, investigar se o mesmo pode ser considerado fonte de inimigos naturais de pragas agrícolas. Esta pesquisa foi conduzida na safra 2016/17 em uma área agrícola adjacente ao PNI no município de Serranópolis do Iguaçu, oeste do estado do Paraná, Brasil. Comparou-se os níveis de produção da soja de três grupos de plantas com diferentes tipos de polinização, avaliando a produtividade de sementes por vagem, número de vagens e peso das sementes produzidas. Além disso, a metodologia englobou a observação de visitantes florais *in loco* e a coleta de artrópodes utilizando coletas ativas com rede de varredura na lavoura de soja, armadilha de cheiro, utilizando a essência eucaliptol e armadilha de interceptação, instalada na borda do PNI com a lavoura de soja. Os artrópodes coletados foram separados primeiramente em morfoespécies e então identificados ao nível de família. Em seguida foram identificados os hábitos alimentares destas famílias, inferindo quais podem ser considerados inimigos naturais de pragas da soja. Contudo, também foram identificados os potenciais polinizadores da soja, que poderiam ser advindos da Unidade de Conservação. A quantidade de flores que produziram vagem foi semelhante entre os grupos de plantas, porém, flores autopolinizadas produziram em média menos sementes comparadas às que tiveram polinização cruzada. Resultado análogo foi encontrado quanto ao peso das sementes, ou seja, o tratamento polinização cruzada apresentou melhores resultados de produtividade, inferindo que os visitantes florais influenciam na produtividade da soja podendo aumentar o número de sementes por vagem e peso das sementes. Quanto aos artrópodes, observou-se que em maiores distâncias do PNI a riqueza de morfoespécies diminuiu e a abundância aumentou, principalmente para algumas espécies-pragas da soja. As taxas de visitantes florais também foram maiores nos transectos mais próximos do remanescente florestal, inferindo que a mata provê recursos para manutenção de várias espécies de artrópodes. Coleoptera foi a ordem mais abundante e representativa em riqueza de morfoespécies, seguida por Hymenoptera e Diptera. Quanto aos polinizadores, a abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) foi a mais abundante nas coletas e nas observações de visitas florais. Já entre os insetos praga, *Maecolaspis calcarifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) foi a espécie mais abundante. Conclui-se que o PNI atua provendo recursos para manutenção da biodiversidade de artrópodes, e assim proporcionando serviços ecológicos para a agricultura, dentre eles a polinização cruzada entre plantas, que de acordo com os resultados deste estudo, pode aumentar a produtividade da soja.

**Palavras-chave:** Culturas agrícolas. *Glycine max*. Polinização. Remanescentes florestais. Serviços ecológicos. Unidade de Conservação.

## ABSTRACT

FINGER, Leandro. **Parque Nacional do Iguaçu: Ecosystem Services Provided for Soybean Culture**. 2018. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2018.

The objective of this study was to verify the importance of pollinator insects on soybean yield (*Glycine max* (L.) Merrill) and to investigate if the Parque Nacional do Iguaçu (PNI) acts as a source of pollinators for agricultural crops. Additionally, investigate whether it can be considered a source for natural enemies of agricultural pests. This research was conducted in the 2016/17 crop in an agricultural area adjacent to the PNI in Serranópolis do Iguaçu city, western Paraná state, Brazil. Soybean production levels of three groups of plants with different types of pollination were evaluated, evaluating the seed yield per pod, number of pods and weight of the seeds produced. In addition, the methodology involved the observation of floral visitors *in loco* and the collection of arthropods using active collections with a sampling network in the soybean crop, a smell trap, using the eucalyptol essence and interception trap, installed on the edge of the PNI with the soybean crop. The collected arthropods were first separated into morphospecies and then identified at the family level. Then the food habits of these families were identified, inferring which can be considered natural enemies for soybean pests. However, the potential pollinators of soybean were also identified, and whether these could be from the Conservation Unit. The number of flowers that produced pods was similar among the groups of plants, however, self-pollinated flowers produced on average less seeds compared to those that had cross-pollination. An analogous result was found regarding seed weight, that is, the cross-pollination treatment showed better productivity results, inferring that floral visitors influence the soybean yield, increasing the number of seeds per pod and seed weight. As for arthropods, it was observed that in greater distances of the PNI the richness of morphospecies decreased and the abundance increased, mainly for some pest species of the soybean. The floral visitor rates were also higher in the transects closest to the forest remnant, inferring that the forest provides resources for the maintenance of several species of arthropods. Coleoptera was the most abundant and representative order in morphospecies richness, followed by Hymenoptera and Diptera. As for the pollinators, *Apis mellifera* bee (Hymenoptera: Apidae) was the most abundant in the collections and observations of floral visits. Among the pest insects, *Maecolaspis calcarifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) was the most abundant species. It is concluded that the PNI works by providing resources to maintain the biodiversity of arthropods, thus providing ecosystem services for agriculture, among them cross-pollination between plants, which according to the results of this study can increase the productivity of Soy.

**Keywords:** Crops. *Glycine max*. Pollination. Forest remnants. Ecosystem service. Conservation Unit.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU NO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ – BRASIL.....  | 20 |
| FIGURA 2 - MAPA DO BRASIL, DO ESTADO DO PARANÁ E DO MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU. NO MAPA DO MUNICÍPIO, O PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU ESTÁ EM VERDE E A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM VERMELHO.....   | 24 |
| FIGURA 3 - ÁREA DE ESTUDO DELIMITADA E TRANSECTOS DE 200 M DE EXTENSÃO DISTANTES A 5, 50, 300 E 600 METROS DA BORDA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU NO MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU - PR  | 25 |
| FIGURA 4 - PRECIPITAÇÃO TOTAL OCORRIDA E TEMPERATURAS MÉDIAS DURANTE O PERÍODO DA SAFRA 2016/17 PARA A CULTURA DA SOJA NO OESTE PARANAENSE.....   | 26 |
| FIGURA 5 - MODELO DE REDE ENTOMOLÓGICA UTILIZADO NAS COLETAS ATIVAS NOS TRANSECTOS 5, 50, 300 E 600 METROS DA BORDA DO PNI, DAS 7:00 AS 18:00 HORAS.....  | 28 |
| FIGURA 6 - ARMADILHA DE ISCA COM ODOR. A SETA INDICA A LOCALIZAÇÃO DO ALGODÃO EMBEBIDO COM ESSÊNCIA DE EUCALIPTOL.....  | 29 |
| FIGURA 7 - ARMADILHA DE INTERCEPTAÇÃO DE VOO (MALHA DE 1,5 X 3,0 MM) COM 1,20 M DE ALTURA E 2,05 M DE LARGURA FIXADAS EM HASTES DE FERRO E INSTALADAS A 1 M DE ALTURA DO SOLO E A 2 M DO PNI.....   | 30 |
| FIGURA 8 - EXPERIMENTO DE MANIPULAÇÃO FLORAL REALIZADO EM SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU, PR, NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2016 A JANEIRO DE 2017. (a) E (b) FLORES DE SOJA, (c) FLORES MARCADAS COM BARBANTE PRETO REPRESENTANDO O TRATAMENTO 2 (POLINIZAÇÃO CRUZADA), (d) FLORES ENSACADAS COM SAQUINHO DE TECIDO VOAL PRESO COM ARAME.....          | 32 |
| FIGURA 9 - CURVA DO COLETOR PARA AS ESPÉCIES ENCONTRADAS NOS QUATRO TRANSECTOS COM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU UTILIZANDO PUÇÁ. AS COLETAS FORAM FEITAS ENTRE DEZEMBRO DE 2016 E JANEIRO DE 2017 .....   | 36 |
| FIGURA 10 - <i>M. CALCARIFERA</i> . PRAGA AGRÍCOLA ABUNDANTE NAS COLETAS REALIZADAS EM LAVOURA DE SOJA NO MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU - PR. ....  | 41 |
| FIGURA 11 - ARQUIVO FOTOGRÁFICO DA VISUALIZAÇÃO DE ARTRÓPODES: ARANEAE (A E B), ROMALEIDAE (C), CICADELLIDAE (D), NYMPHALIDAE (E), e HALICTIDAE (F).....  | 42 |
| FIGURA 12 - HÁBITOS ALIMENTARES: ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS (a) E RIQUEZA DE MORFOESPÉCIES (b) ENCONTRADOS NAS COLETAS REALIZADAS EM DEZEMBRO DE 2016 NA BORDA E NOS QUATRO TRANSECTOS COM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU UTILIZANDO PUÇÁ, ARMADILHA DE ODOR E ARMADILHA DE INTERCEPTAÇÃO COMO METODOLOGIA DE COLETA..... | 44 |
| FIGURA 13 - RIQUEZA DE MORFOESPÉCIES (a) E ABUNDÂNCIA DE ARTRÓPODES (b) ENCONTRADOS NOS QUATRO TRANSECTOS COM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU UTILIZANDO PUÇÁ E ARMADILHA DE ODOR COMO METODOLOGIA DE COLETA. AS COLETAS FORAM FEITAS EM DEZEMBRO DE 2016.....   | 47 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 14 - VISITAS EM FLORES DA SOJA NOS QUATRO TRANSECTOS COM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU EM 12 HORAS DE OBSERVAÇÃO. A OBSERVAÇÃO FOI REALIZADA EM DEZEMBRO DE 2016. (a) QUANTIDADE DE FLORES VISITADAS. (b) TAXA DE VISITA DE ESPÉCIES NAS FLORES..... | 49 |
| FIGURA 15 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DE <i>A. MELLIFERA</i> VISITANDO FLORES DE SOJA EM PROPRIEDADE RURAL PRÓXIMA AO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU EM SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU - PR EM DEZEMBRO DE 2016.....   | 50 |
| FIGURA 16 - PORCENTAGEM DE FLORES QUE PRODUZIRAM VAGEM PARA CADA GRUPO DE PLANTAS: CONTROLE, AUTOPOLINIZAÇÃO E POLINIZAÇÃO CRUZADA. “ns” REPRESENTA O RESULTADO DO TESTE QUI-QUADRADO DE ADERÊNCIA ( $X^2 = 0,70$ ; $p > 0,05$ ; $N=30$ PARA CADA GRUPO DE PLANTAS).....         | 51 |
| FIGURA 17 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA QUANTIDADE DE SEMENTES PRODUZIDAS POR VAGEM PARA OS TRÊS GRUPOS DE PLANTAS AVALIADOS. AS LETRAS REPRESENTAM O RESULTADO DO TESTE POST-HOC DE DUNN .....   | 52 |
| FIGURA 18 - MÉDIA E ERRO PADRÃO DOS VALORES DE PESO DAS SEMENTES PRODUZIDAS EM CADA DISTÂNCIA DO PNI E GRUPO DE PLANTAS AVALIADOS.....   | 53 |
| FIGURA 19 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO PESO DAS SEMENTES PRODUZIDAS NOS TRÊS GRUPOS DE PLANTAS AVALIADOS. AS LETRAS REPRESENTAM O RESULTADO DO TESTE POST-HOC DE TUKEY .....   | 54 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....   | <b>14</b> |
| 2.1 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.....   | 14        |
| 2.1.1 Polinização .....  | 14        |
| 2.1.2 Inimigos Naturais.....   | 16        |
| 2.2 A SOJA .....   | 17        |
| 2.3 PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU.....   | 19        |
| <b>3 OBJETIVOS</b> .....   | <b>23</b> |
| 3.1 OBJETIVO GERAL .....   | 23        |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 23        |
| <b>4 MATERIAI E MÉTODOS</b> .....  | <b>24</b> |
| 4.1 ÁREA DE ESTUDO E CULTIVO DA SOJA .....   | 24        |
| 4.2 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ARTRÓPODES.....  | 27        |
| 4.2.1 Coletas Ativas .....   | 27        |
| 4.2.2 Coletas Passivas.....  | 28        |
| 4.3 IDENTIFICAÇÕES DOS ARTRÓPODES COLETADOS .....  | 31        |
| 4.4 PRODUTIVIDADE DA SOJA .....  | 32        |
| 4.5 ANÁLISES DOS DADOS .....   | 34        |
| 4.5.1 Produtividade da Soja .....  | 34        |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>36</b> |
| 5.1 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ARTRÓPODES.....  | 36        |
| 5.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.....   | 43        |
| 5.2.1 Inimigos Naturais de Pragas da Soja .....  | 43        |
| 5.2.2 Polinizadores da Soja.....   | 45        |
| 5.2 RELAÇÃO ENTRE A DISTÂNCIA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU<br>E ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ARTRÓPODES ..... | 46        |
| 5.3 VISITANTES FLORAIS .....   | 48        |
| 5.4 PRODUTIVIDADE DA SOJA .....  | 51        |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>56</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | <b>58</b> |
| <b>ANEXO</b> .....   | <b>71</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Serviços ecossistêmicos são de fundamental importância para o bem estar, saúde e sobrevivência humana (KUMAR, 2010). Dentre eles, tem-se a polinização, um serviço ecossistêmico de grande valor econômico, uma vez que pode influenciar os níveis de produção de várias culturas agrícolas, trazendo benefícios a produção de alimentos para consumo humano (CONSTANZA et al., 1997).

Estudos apontam para essa influência positiva dos polinizadores na produção de alimentos (AIZEN et al., 2009; GARIBALDI et al., 2009). O aumento nos níveis de produção de alimento pode ocorrer devido aos agentes polinizadores necessitarem visitar um grande número de flores diariamente para recolher a base da sua alimentação, pólen e/ou néctar (MICHENER, 1974). É durante esse processo de visitação em flores que ocorre a fecundação cruzada em Angiosperma, possibilitando um aumento na variabilidade genética que permite indivíduos de mesma espécie serem mais resistentes a doenças e aumentarem seus níveis de produção (WITTER, 2014).

Outro importante serviço ecossistêmico que pode ser considerado em relação a cultura da soja, é o controle natural de pragas, despontando dos métodos tradicionais que se utilizam de uma gama de agroquímicos, a utilização de inimigos naturais como predadores e parasitoides, pode proporcionar a diminuição dos custos de produção da cultura, além de seu viés ambiental (SILVA, 2013).

A conservação de ambientes naturais em propriedades agrícolas é de fundamental importância para fornecer recursos e condições para reprodução e sobrevivência de artrópodes, dentre eles os polinizadores e os inimigos naturais de pragas (WITTER, 2014; CUNHA; NÓBREGA; ANTONIALLI, 2014), favorecendo principalmente a permanência de polinizadores em determinadas regiões (OLIVEIRA, 2013). As Unidades de Conservação (UC) poderiam suprir essas necessidades, fornecendo refúgio e alimento (néctar, pólen) para polinizadores de culturas, e recursos para os inimigos naturais uma vez que, na agricultura tradicional estes são prejudicados pelo manejo intenso e constante, o que acaba comprometendo a manutenção destas espécies.

Dentre as UC brasileiras, figura o Parque Nacional do Iguaçu (PNI), com uma área total de 186 mil hectares em solo brasileiro, sendo o maior remanescente de

Mata Atlântica da região sul do Brasil. No entorno de grande parte do PNI, existem extensas áreas de uso intensivo agrícola com uso contínuo de agroquímicos. Esse fato interfere na conservação da área de influência (AI) do PNI, e desde a revisão do seu plano de manejo realizado em 1999, é reconhecido que os agrotóxicos influenciam nas atividades ecológicas do PNI, inclusive na conservação de agentes polinizadores (ICMBio, 1999), os quais têm contato direto com angiospermas, inclusive culturas agrícolas como a soja, podendo sofrer contaminações (WOLFF, 2008).

Da área total do PNI, 29 mil hectares estão inseridos no território do município de Serranópolis do Iguaçu (60,3% da área total do município), localizado no oeste do estado do Paraná. O município de Serranópolis do Iguaçu, assim como a região de entorno, possui, atualmente, a agropecuária como base da economia, sendo a soja e o milho as culturas com áreas mais extensas (IPARDES, 2004).

A soja, por sua vez, tem sido uma das culturas com uso intensivo de agrotóxicos para controle de pragas (DOMINGUES et al., 2014; FERREIRA, 2015) e a qual também vem sendo atribuída uma possível influência positiva da polinização nos seus níveis de produção (GAZZONI, 2016). A cultura da soja é amplamente cultivada no estado do Paraná e em todo Brasil, com grande importância econômica, devido principalmente, ao seu alto teor proteico e oleico, constituindo uma importante fonte de alimento humano e animal, além de sua utilização na produção de biodiesel.

Nesse contexto, este estudo objetivou verificar se o PNI atua como fonte de serviços ecossistêmicos para as culturas ao seu entorno. Para isso, foram realizadas coletas de artrópodes em uma área com cultivo da soja às margens do PNI, verificando os possíveis polinizadores e inimigos naturais de pragas da soja e se a fecundação cruzada de fato influencia na produção da soja.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

#### 2.1.1 Polinização

A polinização é a atividade de transferência de pólen das anteras para o estigma (FERREIRA, 2015). Na autopolinização, a flor de espécies monóicas recebe pólen de outras flores da mesma planta ou da própria flor, já na polinização cruzada, que pode ocorrer em espécies monóicas e dióicas, o pólen recebido é de outras plantas da mesma espécie (MILFONT et al., 2013; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006; WITTER, 2014). Trata-se de um processo fundamental para a reprodução das plantas do grupo das Angiospermas, uma vez que somente com a fecundação dos óvulos, haverá a formação de sementes (PROCTOR; YEO, 1996).

Dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), afirmam que a grande maioria das espécies de plantas conhecidas pelo homem necessita de insetos, mamíferos, aves ou animais para polinização, com valores em torno de 73% das espécies vegetais do planeta sendo polinizadas por abelhas, 19% por moscas, 6,5% por morcegos, 5% por besouros, 5% por vespas, 4% por borboletas e mariposas e outros 4% por aves (FREITAS; PEREIRA, 2004). Muitas plantas que produzem flores possuem dependência determinante dos polinizadores (OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011), pois a transferência de pólen realizada por artrópodes é muito mais especializada comparada a aquela feita pelo vento ou água, devido à evolução e adaptações que estes sofreram e que favorecem a polinização (FERREIRA, 2015). Os polinizadores podem coletar substâncias proporcionadas pelas flores, como o néctar, pólen, óleos, perfumes ou resinas, e em compensação, transferem pólen entre as flores (FREITAS, 2014). Dentre os insetos, há uma vasta lista que atua como polinizadores, porém, sem sombra de dúvidas, as abelhas estão em destaque (KLEIN et al., 2007; OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011; RICKETTS, 2008). Elas possuem como principais alimentos para suas colônias o néctar e o pólen, que juntos fornecem sais minerais, proteínas, vitaminas, lipídios e

carboidratos (RECH, 2014). Destaca-se a chamada popularmente como abelha doméstica, abelha europa ou ainda abelha comum, *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, pois é amplamente distribuída e com tecnologias de manejo bem difundidas (DELAPLANE e MAYER, 2000).

Em contrapartida a essa grande importância dos polinizadores para a reprodução das Angiospermas, estudos apontam para o declínio das populações de polinizadores, resultante de vários fatores, entre eles o declínio da diversidade floral resultante do crescimento de áreas agrícolas de monoculturas, e exposição a pesticidas e patógenos (GOULSON et al., 2015). A preocupação internacional voltada para problemas como a redução das populações de espécies polinizadoras em larga escala existe há algum tempo (KEARNS; INOUE; WASER, 1998), e coincide com os crescentes estudos sobre a dependência da produção de alimentos em relação aos serviços de polinização (AIZEN et al., 2008; AIZEN et al., 2009; AIZEN; HARDER, 2009; GARIBALDI et al., 2009). Pode se elencar três principais ameaças aos polinizadores, que são (1) a fragmentação de áreas naturais, (2) a degradação do seu habitat e (3) o uso intensivo de agrotóxicos causando mortalidade direta (FERREIRA, 2015). Estudos apontam para o problema da utilização de inseticidas agrícolas que prejudicam os polinizadores, enfraquecendo principalmente sua capacidade de voo, ou seja, diminuindo a velocidade, a duração e a distância que as abelhas voam, prejudicando a colônia, uma vez que a sobrevivência da mesma depende da competência das abelhas forrageiras voarem para coletar pólen e néctar (TOSI et al. 2017; STEFFAN-DEWENTER et al., 2006). Boncristiani et al. (2012) apresentam também consequências ruins para a saúde das abelhas, devido a contaminações por fungicidas, que podem alterar características metabólicas dos insetos individualmente ou até colônias inteiras.

A polinização, além de ser um processo importante para a reprodução das plantas, é considerada um importante serviço ambiental regulatório para as espécies pois está inteiramente ligada à produção de alimento (BARBOSA, 2016; FONSECA et al., 2012), visto que, uma eficiente polinização das flores gera melhor qualidade e maior produção de sementes como um todo (COSTANZA et al., 1997; RICHARDS, 2001; RICKETTS et al., 2008). Esse importante serviço ecossistêmico, em muitos casos envolve relações complexas entre plantas e animais, e quando não estão em equilíbrio afetam a perpetuação de espécies impactando no declínio da biodiversidade (KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI et al., 2017). A polinização cruzada é importante para a

reprodução das angiospermas nos mais variados ecossistemas terrestres, sendo considerada um dos pilares para a manutenção da riqueza e da biodiversidade do planeta, garantindo a sustentabilidade da flora e da fauna global (POTTS et al., 2010; POTTS et al., 2016; BARBOSA, 2016). Como interação mutualística, a polinização beneficia ambos os participantes do processo, maximizando o sucesso reprodutivo das plantas e a alimentação dos polinizadores (RECH, 2014).

Além da sua importância ecológica, a polinização tem sua importância econômica para a espécie humana. Segundo Giannini et al. (2015), a contribuição econômica da polinização chega a 12 bilhões de dólares, ou seja, quase 30% do total de 45 bilhões de dólares que é o valor anual da produção agrícola brasileira das culturas dependentes da polinização. Dados apontam que o valor anual mundial do mercado agrícola ligado aos polinizadores é de 577 bilhões de dólares para o ano de 2015 (POTTS et al., 2016), porém, mesmo assim, por vezes as abelhas são reconhecidas apenas pelo seu valor econômico na produção de mel (GALLAI et al., 2009). Levando-se em conta o número de espécies de plantas angiospermas conhecidas, cerca de 90% possuem dependência da polinização de insetos e outros animais, e mais de 75% das plantas utilizadas pelos humanos para produção de alimentos também dependem em algum momento dos polinizadores (BRASIL, 2015). De acordo com Klein et al. (2007), 33% dos alimentos produzidos sofrem influência da polinização por abelhas. Se levarmos em conta apenas plantas nativas, a polinização passa a ser um serviço ecossistêmico ainda mais crucial, com aproximadamente 90% dependendo desse processo (OLLERTON; WINFREE; TARRANT, 2011).

### 2.1.2 Inimigos Naturais

A soja recebe continuamente nos sistemas tradicionais de cultivo, uma grande quantidade de agrotóxicos visando a proteção contra herbívoros. Surgem como alternativas para esse controle, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) da soja, que vem ganhando espaço e difundindo novas tecnologias. Dentre as técnicas do MIP, têm-se a utilização do controle biológico por meio de predadores naturais de pragas da soja (OLIVEIRA e AVILA, 2010). A tecnologia que utiliza o Manejo Integrado de Pragas na

soja começou a ser inserida no Brasil ainda na década de 1970, e constantemente vem sendo aperfeiçoada e utilizada em maior escala (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Os inimigos naturais empregados no controle biológico da soja correspondem a um grupo diverso de organismos, como predadores, parasitoides e microrganismos entomopatogênicos (COSTA et al., 2006). A utilização de insetos predadores no controle biológico de pragas em agroecossistemas já é difundida e utilizada por muitos anos (BERRYMAN, 1999). A utilização do controle biológico de pragas ainda necessita de mais estudos e de novas técnicas, porém, já apresenta-se como uma alternativa viável (DIAS et al., 2011).

O controle com predadores pode ser utilizado inclusive contra as pragas principais como lagartas e percevejos, podendo evitar que as populações destas cheguem a níveis que com potencial de implicar danos na produção dos grãos (MOSCARDI et al., 2006). Para Costa et al (2006), na Classe Insecta há 22 ordens que contém espécies predadoras, destacando-se as ordens Dermaptera, Mantodea, Neuroptera, Coleoptera e Hemiptera. Algumas espécies de predadores possuem um excelente comportamento nas lavouras de soja, uma vez que se multiplicam rapidamente e mantêm suas populações em baixa densidade (BUENO, 2009). Um dos problemas relacionados ao controle biológico com predadores, tem sido a utilização de agrotóxicos, que por não possuírem seletividade, acabam diminuindo drasticamente as populações de possíveis predadores (RODRIGUEZ-SAONA et al., 2011).

## 2.2 A SOJA

Pertencente à família Fabaceae, a soja (*Glycine max* L. Merrill) tem origem na região noroeste da Ásia e foi introduzida no Brasil em 1882 no estado da Bahia, estendendo-se por todo o país após algumas décadas (SINGH, 2008; LANGE, 2008). É uma planta monoica, produz flores perfeitas contendo os aparelhos reprodutores funcionais feminino e masculino no mesmo indivíduo. A flor contém um cálice tubular, composto por sépalas em cinco lóbulos desiguais e a corola de cinco partes consistindo em uma pétala bandeira, duas pétalas asas laterais e duas pétalas quilha

anteriores. O cálice da flor normalmente é formado por cinco sépalas desuniformes. Logo acima do cálice, está localizada a corola que é composta por cinco pétalas nomeadas como estandarte, asas e quilha, sendo a pétala superior, as duas medianas nas laterais e as duas inferiores, respectivamente. A chamada quilha, ou carena, é responsável por formar uma câmara que abriga os órgãos sexuais da flor (CARLSON; LERSTEN, 1987; DELAPLANE; MAYER, 2000; FREE, 1993). Flores de soja também têm variações de cor, podendo ser roxas, brancas ou púrpura clara (DELAPLANE; MAYER, 2000; FREE, 1993; AYERS, 2010). O período de florescimento da soja varia de acordo com as condições climáticas e com a variedade cultivada, podendo durar entre três a seis semanas (CHIARI et al., 2005b; VERNETTI, 1983). As características das flores da cultivar soja, são bem definidas, com um aroma marcante, guia de néctar bem visível, e néctar de boa qualidade, além de possuir um canal que serve de guia para as abelhas introduzirem parte do aparelho bucal e alcançarem o néctar. Tais características tornam as flores da soja muito atrativas para as abelhas melíferas (HORNER et al., 2003; ORTIZ-PEREZ et al., 2006; PALMER et al., 2009).

Trata-se de uma das culturas mais importantes da economia brasileira e mundial, sendo utilizada pela agroindústria, indústria química e de alimentos, além de ser utilizada em larga escala na produção de biodiesel (COSTA NETO et al., 2000; CHUNG; SINGH, 2008; LANGE, 2008). É notável a importância da produção da soja há muitos anos, porém, sua utilização passou por várias mudanças. No ano agrícola de 1996/97, cerca e 97% da produção era destinada para alimentação humana (BENAVIDES et al., 2013), mas a demanda por proteína animal cresceu, a preocupação com a saúde teve mais espaço na mesa dos brasileiros e a busca por novas matrizes energéticas passou a ser constante, elevando a soja para um novo patamar, tornando-a uma das principais *commodities* mundiais, devido a sua utilização na produção de carne, bebidas à base de soja e a produção de biocombustíveis (CASTANHEIRA et al., 2015; RIGO et al., 2015).

O Brasil, segundo maior produtor mundial de soja, ultrapassou a marca de 100 milhões de toneladas em 2016 (CONAB, 2016). Um aumento constante da produção brasileira desta oleaginosa ocorre ao passar dos anos, chegando a uma taxa média anual de aumento na produção de cerca de três milhões de toneladas, reflexo inclusive da ampliação da área cultivada que apresentou uma taxa média de aumento de cerca de um milhão de hectares por ano nas duas últimas décadas (BALBINOT JUNIOR et al., 2017). O estado do Mato Grosso teve o maior acréscimo de área de plantio, cerca

de 360 mil hectares por ano em média desde de 1997. Nesse cenário, o estado do Paraná, apesar de ser tradicional produtor de soja há mais de duas décadas, vem apresentando também aumento de área cultivada, até mesmo pela substituição do plantio de milho pela soja devido a melhor remuneração para o produtor rural (FRANCHINI et al., 2016). Por outro lado, o estado de São Paulo, por exemplo, não vem aumentando sua área de cultivo devido, principalmente, às grandes áreas destinadas a cana de açúcar (LOURENZONI e CALDAS, 2014).

Vale ressaltar que apesar da produção da soja ter sido mais expressiva ao passar dos anos, a produtividade média não passou por grandes mudanças. Segundo Balbinot Junior et al. (2017), a produtividade da soja no Brasil aumentou nas duas últimas décadas em média 32,7 kg por hectare, um valor pouco expressivo. O estado do Mato Grosso por exemplo, manteve produtividade média estável nos últimos vinte anos. Porém, em alguns estados, mudanças de tecnologias utilizadas proporcionaram um aumento significativo na produtividade média, como é o caso do Rio Grande do Sul, que não teve grande aumento de área cultivada, mas índices de produção mais elevados (ZANON et al., 2016). De forma geral, pode-se afirmar que a soja tem sido a base da economia do agronegócio brasileiro, e os índices crescem anualmente para área de cultivo, total produzido e também no que diz respeito à exportação (GAZZONNI, 2016).

### 2.3 PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU

O Parque Nacional do Iguaçu possui este nome por incluir em seus limites o importante rio Iguaçu e as mundialmente conhecidas Cataratas do Iguaçu. Trata-se de uma das 1.762 Unidades de Conservação brasileiras. O PNI foi criado pelo Decreto Nº.1.035, de 10 de janeiro de 1939 e está situado no oeste do estado do Paraná, com uma área de 186 mil hectares no Brasil, e mais 55 mil hectares na Argentina (Parque Nacional Iguazú), abrangendo oito municípios brasileiros: Foz do Iguaçu, Santa Terezinha do Itaipu, São Miguel do Iguaçu, Serranópolis do Iguaçu, Céu Azul, Santa Tereza do Oeste, Capitão Leônidas Marques e Matelândia, além de Capanema que se localiza na Mesorregião Sudoeste (ICMBio, 1999). Levando-se em conta a chamada Área de Influência do PNI, cujas atividades desenvolvidas podem repercutir

direta ou indiretamente na UC, os municípios envolvidos passam a ser quatorze, devido a critérios adotados pelo Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu.

A Área de Influência do PNI divide-se em duas bacias, a Bacia do Rio Paraná e a do Rio Iguaçu, abrangendo uma área total de aproximadamente 6.268,41 km<sup>2</sup> com uma população humana de 422.890 habitantes (ICMBio, 1999). Por se tratar de um remanescente de floresta atlântica, essa UC atua como área de refúgio para as espécies florísticas e faunísticas, uma vez que a região foi muito desmatada para o desenvolvimento da agricultura, e segundo estudos realizados para a criação do Plano de Manejo, a grande maioria das propriedades rurais na época da elaboração do plano não possuía uma reserva legal (ICMBio, 1999). Pelo Decreto Nº. 86.876, de 01 de dezembro de 1981, foram estabelecidos os limites atuais do PNI (Figura 1), incluindo o leito do rio Iguaçu e as ilhas ali existentes (ICMBio, 1999).

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU NO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ – BRASIL



FONTE: ICMBio, 1999.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) esclarece que as Unidades de Conservação (UC), como o PNI, são espaços que exercem a função de amostrar significativamente áreas de diferentes populações e habitats dos ecossistemas presentes no país (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010). No Brasil, as UC têm por objetivo garantir a preservação da fauna, flora, águas fluviais, solo, clima e a ecologia de uma forma geral (BRASIL, 2000). Os objetivos do manejo das UC podem variar de acordo com as categorias em que estão inseridas, porém, em prol de um objetivo em comum, organizar, proteger e gerenciar as áreas naturais, garantindo a manutenção da biodiversidade (ICMBio, 1999). Além de sua importância para a região a qual está inserida, e para o país, o PNI tem sua importância internacional demonstrada ainda mais a partir de novembro de 1986, quando durante a conferência da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), realizada em Paris, foi incluído na Lista de Patrimônio Natural da Humanidade. Outro fato importante é sua localização na grande bacia do rio da Prata e do bloco econômico Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), que faz com que essa UC seja passiva de compromissos de conservação entre Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai e Bolívia (ICMBio, 1999).

Estudos têm sido desenvolvidos no PNI sobre a fauna, a flora e as interações existentes. Segundo Souza et al. (2015), o PNI é um remanescente de grande relevância para a preservação das espécies florestas do sul do Brasil, mas ainda existe um déficit de estudos sobre a vegetação arbórea do PNI, mesmo sendo este considerado o maior Parque extra-amazônico brasileiro. O PNI possui locais com presença de floresta de Araucárias (VELOSO e RANGEL FILHO, 1991) o que por si só o torna uma local de importante conservação. Além disso, estudos apontam para presença de espécies ameaçadas de extinção por conta da exploração de madeira ilegal, como por exemplo, *Aspidosperma polyneuron*, *Cedrela fissilis* e *Balfourodendron riedelianum* (HATSCHBACH e ZILLER, 1995; UICN, 2009). Segundo estudos realizados com iscas atrativas por Araujo et al. (2014), a abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) é abundante no PNI, porém, existe uma grande diversidade de abelhas nativas. Abelhas das famílias Apidae, Halictidae e Anthophoridae foram encontradas por Szinwelski et al., (2006), e Faria e Zanella (2015) com armadilhas aromatizadas perceberam a presença constante de *Euglossa mandibularis* (Apidae). Outras ordens de insetos também possuem elevada abundância no PNI, segundo dados de coleta de Silva e Júlio (2016), os quais encontraram abundância maciça de

insetos da família Cerambycidae. Laffont et al. (2004) estudaram a diversidade de Isoptera no PNI registrando quatro famílias de cupins e ressaltaram a importância dessa área para a conservação da fauna de cupins na região.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho procura verificar se o Parque Nacional do Iguaçu proporciona serviços ecossistêmicos, sendo fonte de polinizadores e inimigos naturais para monoculturas e se a presença de polinizadores aumenta a produtividade da soja com base em resultados obtidos em uma área agrícola em Serranópolis do Iguaçu – PR.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

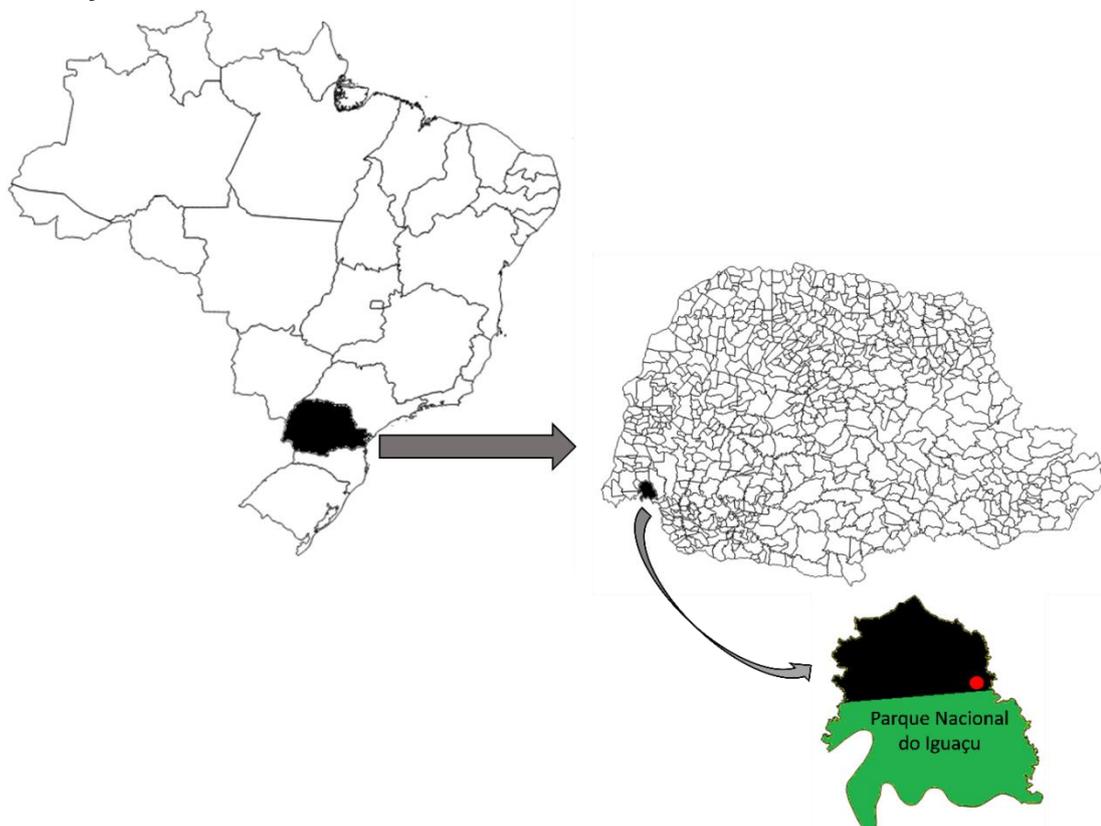
- Comparar a riqueza e abundância de artrópodes em diferentes distâncias do PNI;
- Identificar as famílias e os hábitos alimentares dos artrópodes coletados;
- Identificar as possíveis espécies polinizadoras;
- Verificar através de manipulação experimental se a polinização cruzada aumenta a produtividade da soja através da comparação do número de vagens, número de sementes e peso seco produzidos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO E CULTIVO DA SOJA

O presente estudo foi realizado em uma propriedade privada ( $25^{\circ}26'16.47''\text{S}$  e  $53^{\circ}57'43.18''\text{O}$ ) localizada no interior do município de Serranópolis do Iguaçu ( $25^{\circ} 24' 51'' \text{ S}$  e  $54^{\circ} 02' 19'' \text{ O}$ ). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical com características de chuvas bem distribuídas durante todo o ano com precipitações pluviométricas variando entre 1.600 mm e 1.900 mm e temperaturas médias variando entre  $22^{\circ}\text{C}$  nos meses mais quentes e inferiores a  $18^{\circ}\text{C}$  nos meses mais frios (CAVIGLIONE et al., 2000). O município está situado no extremo oeste do Paraná, a uma altitude de 300 m, e possui área total de  $483,658\text{m}^2$ , sendo que 60% dessa pertence ao Parque Nacional do Iguaçu (PNI) (IPARDES, 2004) (Figura 2).

FIGURA 2 - MAPA DO BRASIL, DO ESTADO DO PARANÁ E DO MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU. NO MAPA DO MUNICÍPIO, O PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU ESTÁ EM VERDE E A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM VERMELHO



FONTE: Adaptado de STATGEO MAPAS, 2017.

A área total da propriedade privada onde foi realizado este estudo é de aproximadamente 240 hectares, sendo esta escolhida por fazer divisa com o PNI e por possuir maior distância de outros fragmentos florestais, os quais poderiam influenciar os resultados obtidos neste estudo.

Na área de estudo, foram definidos cinco transectos paralelos ao PNI com 200 metros de extensão dentro da plantação de soja, sendo o primeiro a uma distância de 5 metros do PNI, o segundo a 50 metros, terceiro a 100 metros, o quarto a 300 metros e o quinto a 600 metros. Os transectos a 5, 50, 300 e 600 metros distantes do PNI foram utilizados para o levantamento dos artrópodes e para a verificação da produtividade da soja, utilizou-se os cinco transectos (Figura 3).

FIGURA 3 - ÁREA DE ESTUDO DELIMITADA E TRANSECTOS DE 200 M DE EXTENSÃO DISTANTES A 5, 50, 300 E 600 METROS DA BORDA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU NO MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU - PR

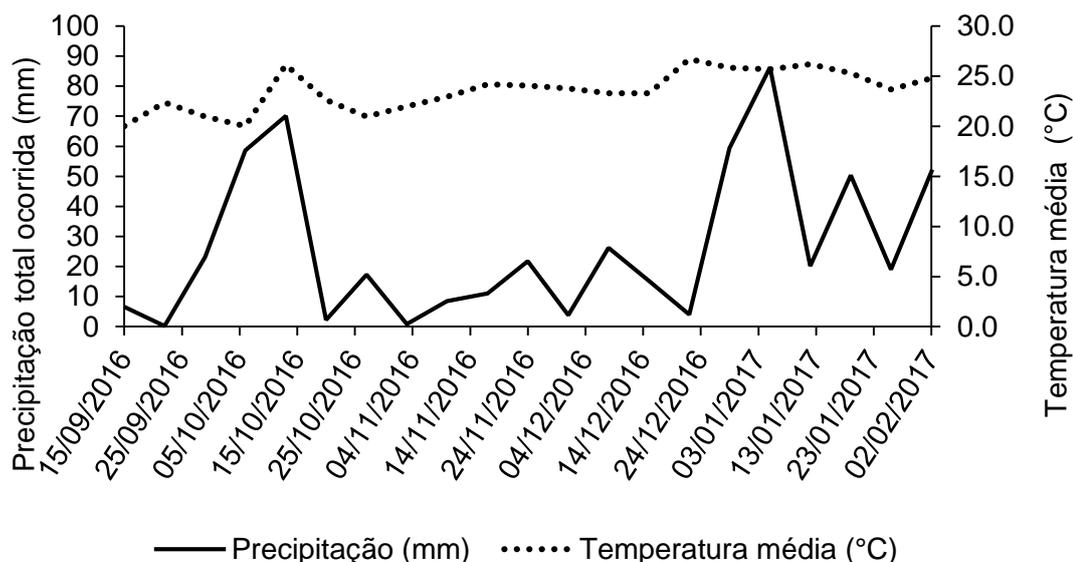


FONTE: GOOGLE EARTH (2016).

Foram feitas entrevistas com o administrador da fazenda afim de obter informações sobre o preparo do solo e manejo da cultura da soja presente na propriedade e evitar a realização de coletas imediatamente após a aplicação de agroquímicos. Além disso, dados climáticos (temperatura e precipitação) do período de realização do estudo foram cedidos pela estação AgroDetecta localizada no

município de Medianeira (AGRODETECTA, 2017). Durante o período de setembro de 2016 e fevereiro de 2017, a temperatura e precipitação mensal foram  $23,7 \pm 1,24 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $78,66 \pm 71,93 \text{ mm}$  (Figura 4).

FIGURA 4 - PRECIPITAÇÃO TOTAL OCORRIDA E TEMPERATURAS MÉDIAS DURANTE O PERÍODO DA SAFRA 2016/17 PARA A CULTURA DA SOJA NO OESTE PARANAENSE



FONTE: adaptado de AGRODETECTA (2017).

Esses valores comprovam que não ocorreram períodos de estiagem que poderiam interferir no desenvolvimento e produção da soja. Observa-se também que as temperaturas mantiveram-se amenas, e não influenciaram de forma negativa na produção da soja, tendo em vista que as melhores temperaturas para um bom desenvolvimento da cultura são entre 20 e 30 °C (LOPES, 2013).

O plantio da soja na área de estudo foi realizado no dia 22 de setembro de 2016, no modo de plantio direto, ou seja, sem aração e gradagem do solo. A variedade plantada foi o NIDERA (NA 5909 RG), com tecnologia *intacta* que promove o controle das principais lagartas da cultura, e uma variedade com características de superprecocidade, crescimento indeterminado, estabilidade em diferentes ambientes e fácil controle de doenças. Essa variedade para a região oeste do Paraná chega a fase de floração entre 43 a 53 dias após a emergência e permanece em floração por até 28 dias, e a maturação ocorre entre 115 e 130 dias após a emergência (NIDERA, 2014).

De acordo com a característica da variedade, o maior índice de floração ocorre dez dias após o surgimento das primeiras flores. Desta forma, após o surgimento das primeiras flores, aguardou-se dez dias para o início das coletas de artrópodes. As atividades no campo foram realizadas entre Dezembro de 2016 e Janeiro de 2017.

## 4.2 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ARTRÓPODES

Objetivando garantir a eficiência da amostragem de artrópodes, Aguiar e Gaglianone (2012) e Gill e O'Neal (2015) afirmaram ser necessário utilizar mais de um método de coleta. Portanto, neste estudo utilizou-se: coleta passiva (uso de armadilhas) e coleta ativa (rede entomológica).

### 4.2.1 Coletas Ativas

A coleta ativa compreendeu no uso de rede entomológica (Figura 5), em dias ensolarados isentos de vento excessivo. Baseando-se em Brondani et al. (2008), foram realizadas varreduras durante dois dias (06/12/16 e 16/12/16), das 7:00 as 18:00 horas, totalizando 24 amostragens para cada transecto, com um intervalo de uma hora entre as amostragens. Cada amostragem constituiu-se de 20 metros de caminhada linear ao longo dos transectos e redadas em zigue-zague efetuadas no terço superior das plantas. A cada hora, o local da coleta foi alterado, avançando 20 m ao longo dos transectos, definidos a 5, 50, 300 e 600 metros distantes do PNI. Os artrópodes coletados foram contidos em recipientes etiquetados e armazenados em *freezer* (-15 °C) para posterior identificação.

FIGURA 5 - MODELO DE REDE ENTOMOLÓGICA UTILIZADO NAS COLETAS ATIVAS NOS TRANSECTOS 5, 50,300 E 600METROS DA BORDA DO PNI, DAS 7:00AS 18:00 HORAS

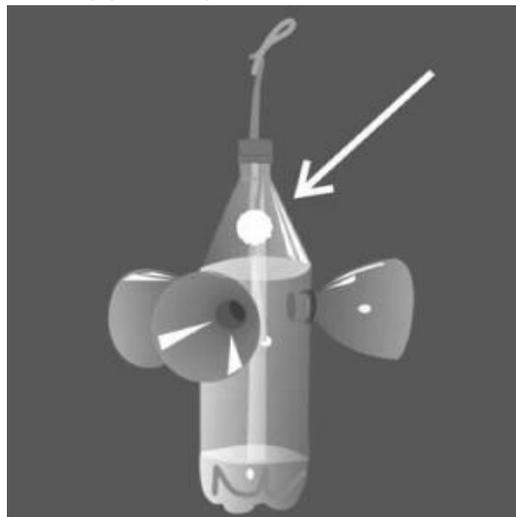


FONTE: O autor (2016).

#### 4.2.2 Coletas Passivas

As coletas passivas compreenderam na utilização de armadilhas de iscas com odor e de interceptação de voo. As armadilhas de iscas com odor foram confeccionadas com garrafas PET transparentes contendo 100 ml de água e 5 ml de detergente no fundo (Figura 6). Elas foram perfuradas nas laterais de acordo com modelo proposto por Ramalho et al. (2009) contendo algodão embebido em essência eucaliptol (84% de pureza) (1.8-cineol) suspenso com cordão. Foram adicionados ao algodão 5 gotas de eucaliptol a cada 3 horas, em razão de possíveis perdas de fragrância. A essência eucaliptol foi utilizada por ter sua eficiência comprovada (BEZERRA e MARTINS, 2001; SILVA e REBÊLO, 2002).

FIGURA 6 - ARMADILHA DE ISCA COM ODOR. A SETA INDICA A LOCALIZAÇÃO DO ALGODÃO EMBEBIDO COM ESSÊNCIA DE EUCALIPTOL



FONTE: RAMALHO et al. (2009).

As garrafas ficaram suspensas a aproximadamente 1,2 m do solo em uma haste de ferro fixada ao chão. Foram distribuídas quatro armadilhas em cada um dos quatro transectos, equidistantes 50 m entre si e permanecendo expostas das 7:00 às 18:00 horas. Esse procedimento se repetiu por dois dias ensolarados para cada transecto. Ao final do dia, os artrópodes capturados foram armazenados em recipientes com álcool 70% devidamente etiquetados (um para cada armadilha/dia), e levados ao laboratório de Ciências Biológicas da UTFPR, Câmpus Medianeira, sendo então armazenados em *freezer* para posterior identificação.

As armadilhas de interceptação de voo compreenderam em uma tela com malha de 1,5 mm x 3,0 mm e medidas de 1,20 m de altura e 2,05 m de largura fixadas em hastes de ferro e instaladas a 1 m de altura do solo e a 2 m do PNI (Figura 7).

FIGURA 7 - ARMADILHA DE INTERCEPTAÇÃO DE VOO (MALHA DE 1,5 X 3,0 MM) COM 1,20 M DE ALTURA E 2,05 M DE LARGURA FIXADAS EM HASTES DE FERRO E INSTALADAS A 1 M DE ALTURA DO SOLO E A 2 M DO PNI



FONTE: O autor (2017).

Para a fixação dos artrópodes, foi distribuída cola entomológica uniformemente em toda a rede. Dessa forma, todos os artrópodes que voavam da direção do PNI para a lavoura e vice-versa, assim que colidiam na rede, aderiam a ela. Duas armadilhas de interceptação de voo foram instaladas 20 metros distantes uma da outra, durante três dias as 7:00 horas e retiradas às 18:00 horas. Os artrópodes capturados foram coletados com pinça e armazenados em recipientes com álcool 70% devidamente etiquetados. Esse processo foi realizado em dias ensolarados com condições semelhantes. Todos os artrópodes capturados foram armazenados em recipientes etiquetados contendo álcool 70% e levados ao laboratório de Ciências Biológicas da UTFPR, Câmpus Medianeira para posterior identificação.

#### 4.2.4 Observação dos visitantes florais

Para verificar a taxa de visitação nas flores da soja entre os transectos, realizaram-se observações *in loco*. Primeiramente, buscando com que os observadores se familiarizassem com os artrópodes, estes participaram de um

treinamento sobre as características dos possíveis artrópodes que seriam visualizados. O treinamento capacitou os observadores a diferenciarem as morfoespécies com base na descrição dos espécimes que já haviam sido coletados por meio de coleta ativa, sem contudo, identifica-las. Apenas *A. mellifera* foi identificada, devido as suas características marcantes.

Nos quatro transectos, (5, 50, 300 e 600 m), foram escolhidas quatro plantas equidistantes 15 metros entre si. Essas plantas foram marcadas com fita na base do caule e observadas durante 10 minutos a cada hora das 7:00 às 18:00 horas ao longo de um dia. Após os 10 minutos de observação na primeira planta do transecto, o observador seguia para a planta seguinte, onde observava a visitação por mais 10 minutos, até completar as quatro plantas do transecto. O observador anotava todos os visitantes florais observados nas flores das quatro plantas por transecto, totalizando 16 plantas observadas e cerca de 50 a 70 flores por planta.

#### 4.3 IDENTIFICAÇÕES DOS ARTRÓPODES COLETADOS

Os artrópodes coletados foram identificados até o nível de família com auxílio de chaves taxonômicas contidas nos livros de FUJIHARA et al. (2011), RAFAEL et al. (2012), GALLO (2002) além de auxílio de especialistas da área. Os artrópodes foram identificados e fotografados com auxílio de um microscópio estereoscópico com máquina fotográfica acoplada, marca Carl Zeiss, modelo Stemi 2000-C, com capacidade de aumento de 0,65 a 5 do laboratório de Ciências Biológicas da UTFPR, Câmpus Medianeira. Com a utilização desse equipamento os artrópodes foram fotografados sob vários ângulos para sanar posteriores dúvidas quanto as suas identificações. Os possíveis polinizadores foram encaminhados para identificação pelo especialista Prof. Dr. Fernando Cesar Vieira Zanella do Departamento de Biologia da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).

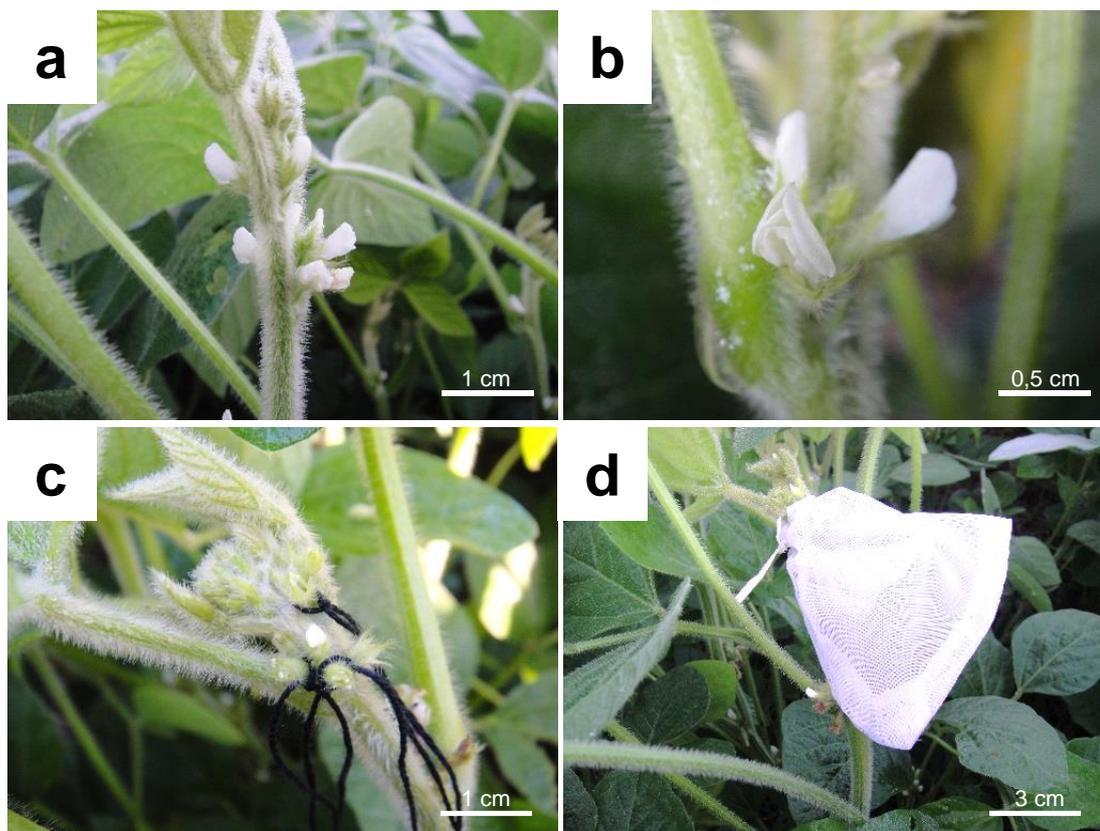
#### 4.4 PRODUTIVIDADE DA SOJA

A avaliação da produtividade da soja foi verificada em três grupos de plantas (dois tratamentos e um controle), sendo utilizado em cada grupo três flores de 10 plantas diferentes aleatoriamente distribuídas em diferentes distâncias do PNI para minimizar a influência da variação do solo e do plantio.

As flores das 10 plantas que fizeram parte do grupo tratamento 1 (autopolinização), foram marcadas com barbante na cor roxa e ensacadas com saquinhos de tecido voal antes da sua abertura, para evitar o contato com polinizadores, garantindo que essas flores se autopolinizassem. As flores no grupo tratamento 2 (fecundação cruzada) foram marcadas com barbante na cor preta e, recebendo pólen de flores de outras plantas, simulando a ação de polinizadores, seguindo metodologia proposta por Almeida-Soares et al. (2010). Essas flores haviam sido anteriormente ensacadas com saquinhos de tecido voal, não tendo tido contato com visitantes florais antes do experimento. As flores do tratamento 1 e 2 permaneceram ensacadas até a queda do estigma. O terceiro grupo foi o controle, sendo marcadas também três flores por planta, porém não foram ensacadas. (Figura 8).

FIGURA 8 - EXPERIMENTO DE MANIPULAÇÃO FLORAL REALIZADO EM SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU, PR, NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2016 A JANEIRO DE 2017. (a) E (b) FLORES DE SOJA, (c) FLORES MARCADAS COM BARBANTE PRETO REPRESENTANDO O TRATAMENTO 2

(POLINIZAÇÃO CRUZADA), (d) FLORES ENSACADAS COM SAQUINHO DE TECIDO VOAL PRESO COM ARAME



FONTE: D. Lange (2016)

Buscando a padronização entre os tratamentos e controle, foram escolhidas aleatoriamente flores dentre os ramos da planta (como sugerido por MARCHEZAN e COSTA, 1983), sendo considerado ramo quando a estrutura possuísse no mínimo um nó com presença de folha.

Para todos os tratamentos, quando a soja atingiu o período de maturação, as vagens produzidas foram recolhidas. A colheita ocorreu no dia 04 de fevereiro, totalizando 136 dias após o plantio, sendo as vagens levadas ao laboratório de Ciências Biológicas da UTFPR, Câmpus Medianeira. Primeiramente foi feita a contagem das vagens produzidas em cada planta. Então, foi realizada a pesagem das vagens (peso fresco), que foram secas em estufa a temperatura de 60°C por 72 horas, buscando deixar todo material nas mesmas condições de umidade e então foi feita novamente a pesagem das vagens (peso seco). Em seguida, as vagens foram abertas para contagem de grãos, e pesagem dos mesmos, para posterior comparação de produção entre os três tratamentos adotados para o estudo, ou seja, a autopolinização, a polinização cruzada e o grupo controle.

## 4.5 ANÁLISES DOS DADOS

Inicialmente, realizou-se a identificação das famílias de artrópodes coletadas, determinou-se então a riqueza e a abundância. A riqueza corresponde ao número total de morfoespécies coletadas e a abundância corresponde à quantidade de indivíduos de cada morfoespécie coletada para uma área de estudo ou esforço amostral (RICKLEFS, 2003). Para verificar a suficiência amostral, elaborou-se a curva de acumulação para os quatro transectos em que houve coleta, podendo-se então fazer a comparação visual entre a curva do coletor para cada transecto. Elaborou-se então gráficos referentes a riqueza de morfoespécies relativas as diferentes distâncias do PNI e abundância de indivíduos para cada distância do PNI.

Os dados das visitas realizadas por artrópodes às flores foram comparados entre os transectos por meio de análise visual de gráficos com as quantidades de flores visitadas e porcentagem de visitas realizadas pelas morfoespécies.

### 4.5.1 Produtividade da Soja

Para verificar se a quantidade de vagens formadas variou entre os grupos de plantas (tratamentos e controle), dado a mesma probabilidade de formação de vagens nas plantas, foi usado o teste Qui-quadrado de aderência.

Afim de verificar se a quantidade de sementes por vagem em cada planta variou entre os grupos de plantas, foi usado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (teste H). Plantas que não produziram vagens foram descartadas desta análise.

Para verificar se o peso médio das sementes por vagem produzidas variou entre os grupos de plantas, utilizou-se a ANOVA de modelo misto considerando a variável grupo de plantas como fator fixo e distância do PNI como fator aleatório. O teste a *post-hoc* de Tukey foi utilizado para verificar entre quais grupos de plantas havia diferença significativa.

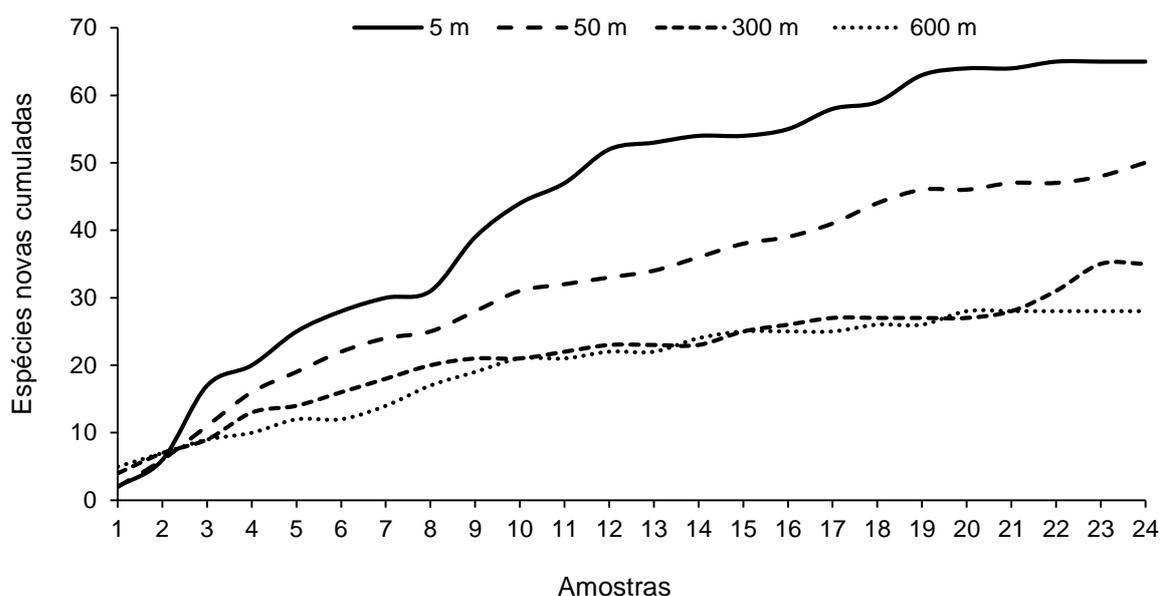
Todos os testes foram considerados ao nível de 5% de significância, sendo verificada a normalidade dos dados quantitativos, quando necessário, por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. As análises foram feitas utilizando os softwares GraphPad Prism 5.0 e Excel com suplemento Action versão 2.8.1.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ARTRÓPODES

Foram coletados 2.163 artrópodes distribuídos em 10 ordens e 59 famílias. A curva do coletor para a coleta com puçá demonstra que a amostragem realizada neste estudo foi representativa, pois as curvas de acumulação de espécies atingiram em sua maioria a assíntota (Figura 9).

FIGURA 9 - CURVA DO COLETOR PARA AS ESPÉCIES ENCONTRADAS NOS QUATRO TRANSECTOS COM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU UTILIZANDO PUÇÁ. AS COLETAS FORAM FEITAS ENTRE DEZEMBRO DE 2016 E JANEIRO DE 2017



FONTE: O autor (2016).

Com relação ao método de coleta, a captura ativa com puçá obteve maior abundância e riqueza de artrópodes, seguido por armadilha de interceptação de voo e armadilha de odor, com 1.722 artrópodes (81 morfoespécies), 261 (70) e 180 (34), respectivamente (Tabela 1). O fato da coleta com puçá ter sido a mais representativa neste estudo pode ser atribuído ao esforço amostral que foi maior. Silva et al. (2014),

ao testarem diferentes metodologias de coleta, afirmam que a coleta ativa com puçá ou rede de varredura possui a maior eficiência quando o que se investiga são insetos associados a uma vegetação específica em determinado local.

As armadilhas de interceptação de voo, também obtiveram resultado satisfatório, pois apesar da abundância de artrópodes ter sido muito inferior se comparada a coleta ativa com puçá, sua eficiência foi obtida na riqueza de morfoespécies, pelo fato de haver uma comunidade mais diversificada de artrópodes próxima ao PNI. Esses resultados são sustentados pelo fato das armadilhas de interceptação de voo serem comumente utilizadas para coleta de diferentes ordens (Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera) e em diferentes ambientes (FERREIRA et al., 2006; LUTINSKI e GARCIA, 2006; WOLDAN et al., 2006; VOJAHN et al., 2016).

Por outro lado, a menor eficiência das armadilhas de odor evidenciada neste estudo se deve a sua seletividade (SILVA et al., 2014). Segundo Melo et al. (2001), essas armadilhas podem apresentar variações na representatividade pelo fato de atraírem determinados grupos de insetos e repelirem outros. Para Silva et al. (2014), esse é o método mais seletivo de todas as técnicas de coleta de artrópodes, obtendo menor riqueza de espécies comparada aos outros métodos, ou seja, apenas algumas espécies.

A Tabela 1 apresenta os dados de abundância de indivíduos e riqueza de morfoespécies de artrópodes que foram coletados por meio de coleta ativa (puçá), coleta passiva (armadilha de odor e armadilha de interceptação de voo), além dos hábitos alimentares das famílias identificadas.

Não foram determinadas morfoespécies para a ordem Araneae, pelo fato de haver presença maciça de indivíduos imaturos.

TABELA 1 - ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS / RIQUEZA DE MORFOESPÉCIES DE ARTRÓPODES COLETADOS NA LAVOURA DE SOJA AVALIADA UTILIZANDO DIFERENTES METODOLOGIAS DE CAPTURA NO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2016 EM SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU - PR  
(Continua)

| Classe    | Ordem          | Família        | Abundância de indivíduos /<br>Riqueza de morfoespécies |                   |                                   | Total     | Hábito alimentar |
|-----------|----------------|----------------|--|-------------------|-----------------------------------|-----------|------------------|
|           |                |                | Puçá   | Armadilha de odor | Armadilha de interceptação de voo |           |                  |
| Insecta   | Coleoptera     | Anobiidae      | 1 / 1  | 0                 | 0                                 | 1 / 1     | Herb.            |
|           |                | Cantharidae    | 7 / 3  | 13 / 1            | 16 / 3                            | 36 / 4    | Onív.            |
|           |                | Carabidae      | 3 / 1  | 0                 | 0                                 | 3 / 1     | Pred.            |
|           |                | Cerambycidae   | 1 / 1  | 0                 | 2 / 1                             | 3 / 2     | Herb.            |
|           |                | Chrysomelidae  | 1.130 / 5  | 8 / 2             | 18 / 6                            | 1.156 / 6 | Herb.            |
|           |                | Cicindelidae   | 11 / 1   | 0                 | 0                                 | 11 / 1    | Pred.            |
|           |                | Coccinelidae   | 8 / 4  | 1 / 1             | 5 / 4                             | 14 / 5    | Pred.            |
|           |                | Curculionidae  | 0  | 1 / 1             | 0                                 | 1 / 1     | Herb.            |
|           |                | Elateridae     | 0  | 1 / 1             | 2 / 1                             | 3 / 2     | Herb.            |
|           |                | Lycidae        | 1 / 1  | 0                 | 0                                 | 1 / 1     | Herb.            |
|           |                | Melyridae      | 39 / 1   | 3 / 1             | 0                                 | 42 / 1    | Pred.            |
|           |                | Passalidae     | 3 / 1  | 0                 | 0                                 | 3 / 1     | Herb.            |
|           |                | Scarabaeidae   | 0  | 0                 | 3 / 2                             | 3 / 2     | Onív.            |
|           |                | Scolytidae     | 0  | 0                 | 1 / 1                             | 1 / 1     | Herb.            |
|           |                | Silphidae      | 36 / 1   | 0                 | 4 / 1                             | 40 / 1    | Herb./Nec.       |
|           |                | Tenebrionidae  | 2 / 1  | 0                 | 3 / 1                             | 5 / 1     | Nec.             |
|           | Dermaptera     | Spongiphoridae | 0  | 0                 | 3 / 1                             | 3 / 1     | Pred.            |
|           | Diptera        | Agromyzidae    | 1 / 1  | 0                 | 0                                 | 1 / 1     | Herb.            |
|           |                | Asilidae       | 1 / 1  | 0                 | 0                                 | 1 / 1     | Pred.            |
|           |                | Lonchaeidae    | 1 / 1  | 0                 | 3 / 1                             | 4 / 1     | Herb.            |
|           |                | Otitidae       | 0  | 0                 | 1 / 1                             | 1 / 1     | Herb.            |
|           |                | Sarcophagidae  | 9 / 1  | 1 / 1             | 12 / 1                            | 22 / 1    | Nec.             |
|           |                | Sciaridae      | 41 / 1   | 10 / 2            | 8 / 1                             | 59 / 2    | Herb./Nec.       |
|           |                | Syrphidae      | 18 / 5   | 4 / 3             | 15 / 5                            | 37 / 6    | Herb.            |
|           |                | Tabanidae      | 1 / 1  | 0                 | 0                                 | 1 / 1     | Hem./Herb.       |
|           |                | Tachinidae     | 28 / 4   | 2 / 2             | 24 / 4                            | 54 / 4    | Herb./Paras.     |
|           |                | Tephritidae    | 4 / 1  | 0                 | 0                                 | 4 / 1     | Herb.            |
| Hemiptera |                | Cicadellidae   | 14 / 6   | 1 / 1             | 16 / 6                            | 31 / 8    | Herb.            |
|           | Alydidae       | 2 / 1          | 1 / 1  | 0                 | 3 / 2                             | Herb.     |                  |
|           | Cercopidae     | 1 / 1          | 0  | 3 / 1             | 4 / 1                             | Herb.     |                  |
|           | Dictyopharidae | 5 / 1          | 1 / 1  | 4 / 1             | 10 / 1                            | Herb.     |                  |
|           | Lygaeidae      | 14 / 1         | 0  | 3 / 1             | 17 / 1                            | Herb.     |                  |
|           | Membracidae    | 1 / 1          | 0  | 1 / 1             | 2 / 1                             | Herb.     |                  |
| Miridae   | 4 / 2          | 0              | 2 / 2  | 6 / 2             | Herb.                             |           |                  |

|              |               |               |          |          |                |        |       |
|--------------|---------------|---------------|----------|----------|----------------|--------|-------|
|              | Pentatomidae  | 8 / 2         | 0        | 1 / 1    | 9 / 2          | Herb.  |       |
|              | Reduviidae    | 29 / 5        | 9 / 3    | 4 / 2    | 42 / 6         | Pred.  |       |
|              | Tingidae      | 4 / 1         | 0        | 0        | 4 / 1          | Herb.  |       |
|              | Pompilidae    | 0             | 7 / 3    | 1 / 1    | 8 / 3          | Pred.  |       |
|              | Anthophoridae | 3 / 1         | 4 / 1    | 0        | 7 / 1          | Herb.  |       |
|              | Apidae        | 61 / 3        | 99 / 2   | 25 / 2   | 185 / 4        | Herb.  |       |
|              | Colletidae    | 2 / 1         | 0        | 2 / 1    | 4 / 1          | Herb.  |       |
| Hymenoptera  | Evanidae      | 1 / 1         | 0        | 0        | 1 / 1          | Paras. |       |
|              | Halictidae    | 16 / 3        | 0        | 4 / 3    | 20 / 3         | Herb.  |       |
|              | Ichneumonidae | 9 / 1         | 3 / 2    | 3 / 2    | 15 / 2         | Paras. |       |
|              | Sphecidae     | 1 / 1         | 0        | 1 / 1    | 2 / 1          | Pred.  |       |
|              | Vespidae      | 1 / 1         | 0        | 5 / 3    | 6 / 3          | Pred.  |       |
|              | Noctuidae     | 0             | 0        | 22 / 1   | 22 / 1         | Herb.  |       |
|              | Arctiidae     | 2 / 1         | 3 / 1    | 10 / 1   | 15 / 1         | Herb.  |       |
| Lepidoptera  | Nymphalidae   | 18 / 4        | 0        | 11 / 3   | 29 / 4         | Herb.  |       |
|              | Pyralidae     | 6 / 1         | 3 / 1    | 15 / 1   | 24 / 1         | Herb.  |       |
|              | Romaleidae    | 125 / 3       | 2 / 1    | 1 / 1    | 128 / 3        | Herb.  |       |
| Orthoptera   | Tettigoniidae | 12 / 1        | 2 / 1    | 0        | 14 / 1         | Herb.  |       |
| Odonata      | Libellulidae  | 0             | 1 / 1    | 0        | 1 / 1          | Pred.  |       |
| Neuroptera   | Chrysopidae   | 1 / 1         | 0        | 1 / 1    | 2 / 1          | Pred.  |       |
|              | Salticidae    | 3             | 0        | 1        | 4              | Pred.  |       |
|              | Thomisidae    | 15            | 0        | 2        | 17             | Pred.  |       |
| Arachnida    | Araneae       | Oxyopidae     | 3        | 0        | 0              | 3      | Pred. |
|              | Araneidae     | 14            | 0        | 1        | 15             | Pred.  |       |
|              | Salticidae    | 1             | 0        | 2        | 3              | Pred.  |       |
| <b>Total</b> |               | 1.722 /<br>81 | 180 / 34 | 261 / 70 | 2.163 /<br>108 | -      |       |

Pred.: Predadores; Herb.: Herbívoros; Paras.: Parasitoides; Onív.: Onívoros; Hem.: Hematófagos;  
Nec.: Necrófagos;

FONTE: O autor (2017).

Coleoptera foi a ordem mais representativa em riqueza de morfoespécies e abundância de indivíduos, seguida por Hymenoptera e Diptera. Odonata foi a ordem menos abundante. Segundo Casari e Ide (2012), a ordem Coleoptera é a mais abundante e com maior número de espécies dentre todos os insetos do Brasil e Lawrence et al. (1999) ressalta que essa ordem é a mais representativa do Reino Animalia. González et al. (2016), coletando artrópodes em lavouras de soja adjuntas a fragmentos florestais em Córdoba na Argentina, também encontraram Coleoptera como a ordem mais abundante e com maior riqueza de espécies. De forma similar, Oliveira e Rando (2017), em coletas realizadas sob plantas em áreas agrícolas com

cultivo de milho e algodão, obtiveram essa mesma ordem como a mais abundante, destacando a família Chrysomelidae, que compreende besouros herbívoros desfolhadores. Copatti e Gasparetto (2012) em coletas realizadas em borda de Floresta Ombrófila Mista e áreas agrícolas com cultivo de soja e milho em Campos Borges - RS também encontraram Coleoptera, Hymenoptera e Diptera com maior riqueza de espécies, porém Diptera foi a mais abundante, seguida de Hymenoptera e Coleoptera, e ainda, evidenciaram Odonata como a ordem menos abundante.

Outros autores encontraram resultados similares ao deste estudo com relação a maior abundância e riqueza de artrópodes das ordens Coleoptera, Hymenoptera e Diptera comparado aos demais grupos tanto em áreas naturais, quanto em áreas agrícolas (RECKZIEGEL e OLIVEIRA 2012; FAVETTI e BUTNARIU, 2009; FAVETTI, et al., 2012; HOHMANN e CARVALHO, 1989; JOHNSON et al., 2008) demonstrando a dominância numérica dessas ordens. Entretanto, segundo Borror e DeLong (1988), a menor abundância de outras ordens como Odonata e Neuroptera evidenciada neste estudo pode ser justificada pelo fato desses organismos serem predadores de outros insetos, não sendo atraídos por iscas de odor e ainda tendo características de voo rápido, sendo assim incomum sua captura pelo método do puçá.

A espécie *Maecolaspis calcarifera* Bechyné, 1954 (Coleoptera: Chrysomelidae) se destacou pela abundância de indivíduos coletados (1.090 indivíduos). Besouro de coloração verde-metálica com várias estrias e pontuações no dorso (Figura 10), essa espécie é muito frequente em lavouras de soja, alimentando-se de brotações e folhas, e causando perfurações e recortes nas margens das folhas (DEGRANDE e VIVIAN, 2007). *M. calcarifera* é comumente abundante em coletas realizadas em culturas agrícolas como a soja no estado do Mato Grosso (FAVETTI e BUTNARIU, 2009) e em outras áreas do Brasil (FAVETTI et al., 2012).

FIGURA 10 - *M. CALCARIFERA*. PRAGA AGRÍCOLA ABUNDANTE NAS COLETAS REALIZADAS EM LAVOURA DE SOJA NO MUNICÍPIO DE SERRANÓPOLIS DO IGUAÇU - PR.



FONTE: O autor (2017).

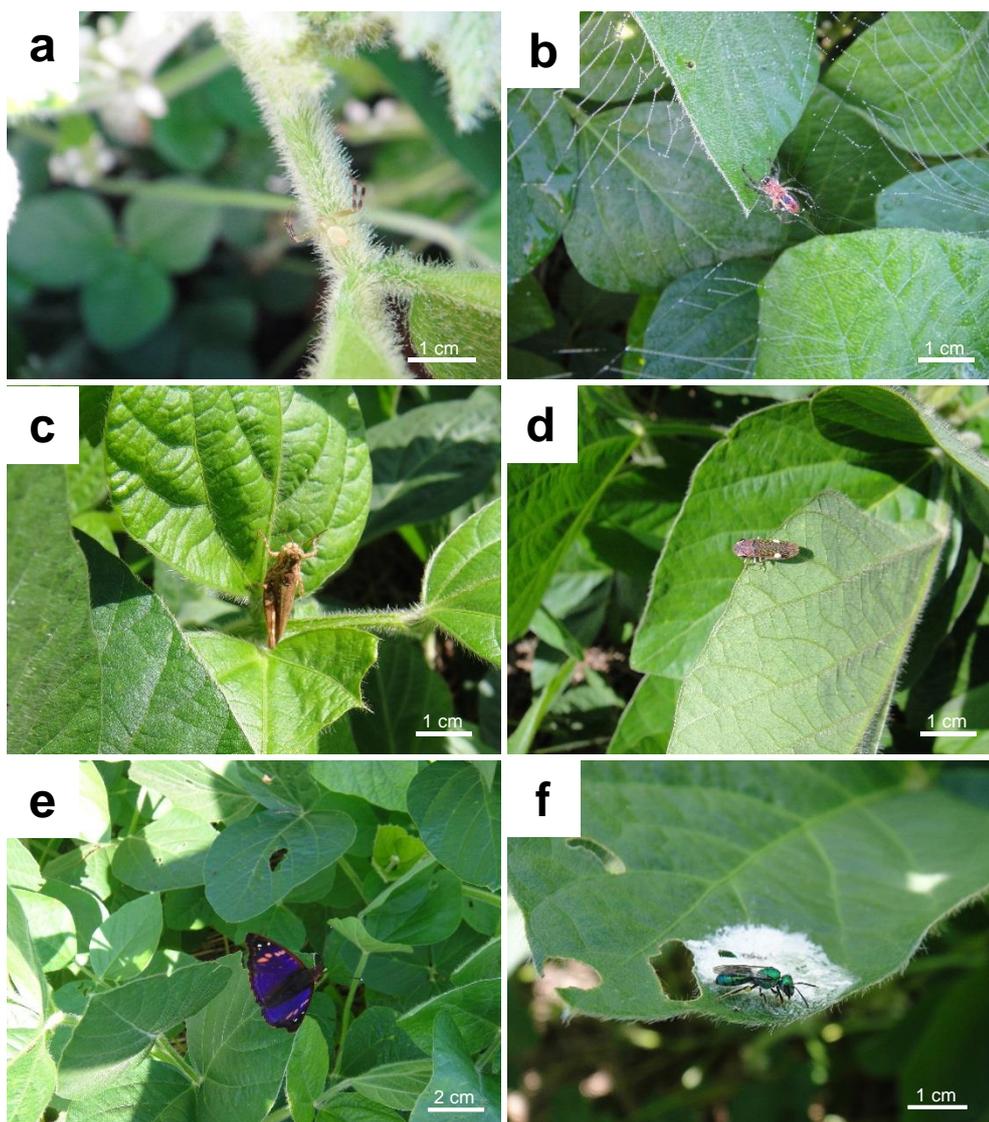
Porém, outras espécies de crisomelídeos, como *Cerotoma tingomarianus* Bechyné, foram encontrados em maior abundância por Thomazini (2001) em cultura de soja no estado do Acre, assim como Didonet et al. (1998) em coletas realizadas também em lavouras de soja no estado do Tocantins. Entretanto, essa espécie não foi evidenciada neste estudo. Segundo Reckziegel e Oliveira (2012), a diferença das espécies mais coletadas pode ocorrer devido a diversos fatores, como temperatura, umidade e disponibilidade de alimento. Porém quando se trata em coleópteros de maneira geral, autores afirmam que estes são as principais pragas agrícolas que atacam a soja e outras culturas como o feijão e milho (HOHMANN e CARVALHO, 1989; JOHNSON et al., 2008; GONZÁLES et al., 2016).

Na ordem Hymenoptera, houve a predominância de *Apis mellifera* (Apidae) (166 indivíduos). Esse resultado foi similar ao encontrado por Oliveira (2016) em coletas na soja em Dourados - MS, e também por Wheelock et al. (2016) em Iowa nos Estados Unidos. Essa abelha é considerada, há mais de duas décadas, uma das principais polinizadoras de diversas culturas agrícolas, por se adaptar a diferentes climas e visitar várias plantas (FREITAS, 2014). Essa espécie é muito abundante também em áreas de vegetação natural como florestas, campos e pomares (GONÇALVES e MELO, 2005; NASCIMENTO et al., 2010). Entretanto, para Favero e Nogueira-Couto (2000) e D'avilla e Marchini (2005), *A. mellifera* é a abelha mais

comumente encontrada em lavouras de soja. O que comprova sua fácil adaptação em áreas distintas.

Na Figura 11 estão algumas fotos de artrópodes encontrados na área deste estudo.

FIGURA 11 - ARQUIVO FOTOGRÁFICO DA VISUALIZAÇÃO DE ARTRÓPODES: ARANEAE (A E B), ROMALEIDAE (C), CICADELLIDAE (D), NYMPHALIDAE (E), e HALICTIDAE (F)



FONTE: D. Lange (2016); L. Finger (2016).

## 5.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

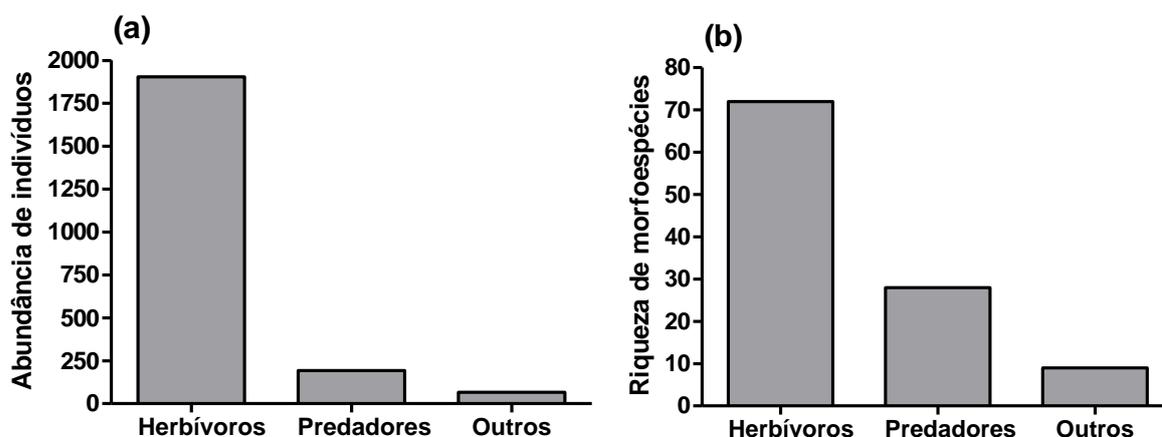
### 5.2.1 Inimigos Naturais de Pragas da Soja

Dentre as 59 famílias de artrópodes capturadas, 16 famílias são predominantemente predadores. As famílias de predadores identificados foram da ordem Coleoptera (Carabidae, Cicindelidae, Coccinelidae e Melyridae), Dermaptera (Spongiphoridae), Diptera (Asilidae), Hemiptera (Reduviidae), Hymenoptera (Sphecidae e Vespidae), Odonata (Libellulidae), Neuroptera (Chrysopidae), Araneae (Salticidae, Thomisidae, Oxyopidae, Araneidae e Saltidadae). Algumas dessas famílias têm sido consideradas importantes inimigos naturais de pragas agrícolas.

A família Reduviidae é uma das maiores detentoras de predadores naturais, sendo esses percevejos considerados predadores generalistas, alimentando-se de vários insetos, inclusive besouros, lagartas e outras pragas da cultura da soja (BRENNAM et al., 1999; SILVA, 2013). Os indivíduos da família Chrysopidae alimentam-se de ovos de diversos insetos, além de pulgões adultos (DAHLSTEN, 2000; SILVA, 2013). Indivíduos da família Spongiphoridae são considerados predadores naturais de pragas agrícolas (PAULL, 2007). As populares joaninhas, da família Coccinelidae, também são consideradas agentes de controle biológico devido, tanto na fase de larva quanto adulta, alimentarem-se de pulgões, cochonilhas, ácaros e ovos de vários insetos considerados pragas agrícolas (SILVA, 2013). Por esse motivo, Prescott e Andow (2016) elegeram os coccinelídeos como o possível controle natural mais eficaz para o pulgão da soja nos Estados Unidos. Na ordem Hymenoptera, indivíduos da família Vespidae são considerados relevantes predadores de pragas agrícolas, embora adultos também possam ser agentes polinizadores (SILVA, 2013). A família Pompilidae é constituída por predadores, porém são mais específicos em suas presas, dando preferência a aranhas (WAICHERT et al., 2012). Estudos apontam que a abundância de insetos predadores na soja e em outras culturas como milho e algodão podem afetar a dinâmica populacional de pragas (FULLER, 1988; BECHINSKI e PEDIGO, 1981; HSIN et al., 1979).

Além dos predadores naturais, o PNI poderia também ser refúgio de outros insetos que ajudam no controle biológico de pragas agrícolas, como os parasitóides, pois durante as coletas na cultura da soja foram capturados indivíduos da família Tachinidae e Ichneumonidae nas armadilhas de interceptação na borda do PNI, ou seja, podem estar utilizando-se da mata como refúgio. Para Carvalho (2007), o parasitismo exercido pelas espécies da família Tachinidae (Diptera), é um dos principais agentes de controle natural de percevejos da soja. Portanto, neste estudo, tanto predadores e parasitóides quanto herbívoros (inclusive polinizadores) e onívoros foram encontrados. A Figura 12 apresenta a abundância de indivíduos e riqueza de espécies de herbívoros, predadores e outros coletados.

FIGURA 12 - HÁBITOS ALIMENTARES: ABUNDÂNCIA DE INDIVÍDUOS (a) E RIQUEZA DE MORFOESPÉCIES (b) ENCONTRADOS NAS COLETAS REALIZADAS EM DEZEMBRO DE 2016 NA BORDA E NOS QUATRO TRANSECTOS COM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU UTILIZANDO PUÇA, ARMADILHA DE ODORE E ARMADILHA DE INTERCEPTAÇÃO COM METODOLOGIA DE COLETA



\* No gráfico (b) não foram considerados os indivíduos da ordem Araneae pois não foram morfoespeciadas.

FONTE: O autor (2017).

Neste estudo, foi evidenciado maior abundância de indivíduos pertencente às famílias predominantemente de herbívoros (87,7%) comparado a de predadores (8,46%) e de outros (3,84%). A maior abundância de herbívoros deve-se ao local em que foram realizadas as coletas, sendo a cultura da soja um ambiente que abriga um elevado número de espécies de insetos considerados pragas devido a maior disponibilidade e concentração de alimento (SIMONATO et al., 2014).

Vieira et al. (2013), avaliando a presença de predadores em resposta ao tratamento das sementes com diferentes inseticidas, observaram uma abundância de predadores variando entre 8,3 e 10,7% do total de insetos coletados. Por outro lado, Gonzáles et al. (2016) observaram que 44% de todos os insetos coletados na borda de fragmento florestal/soja tratavam-se de herbívoros. A consorciação de diferentes culturas ou a proximidade de diferentes ambientes (como por exemplo soja/mata) podem influenciar na presença maior ou menor de insetos predadores (RISCH et al., 1983). Cividanes e Yamamoto (2002), coletando insetos em soja e soja consorciado com milho, perceberam que a presença de predadores foi mais acentuada na soja isolada, comparada a consorciação. Cividanes e Barbosa (2001) do mesmo modo concluem que o consórcio de culturas proporciona maior ocorrência de inimigos naturais. Dentre os predadores coletados, estão as aranhas. Para Didonet et al. (2003) na região de Gurupi em Tocantins e Santos et al. (1979) em coletas no centro-sul do estado do Paraná, as aranhas foram os predadores mais abundantes em lavouras de soja, sendo que para o segundo trabalho citado não foram coletados outros insetos predadores.

### 5.2.2 Polinizadores da Soja

Dentre os herbívoros coletados, foram identificados os possíveis polinizadores. Baseando-se em literatura encontrou-se como possíveis polinizadores na família Apidae, os gêneros: *Exomalopsis* (Spinola, 1853), *Augochloropsis* (Cockerell, 1897), *Ceratina* (Latreille, 1802) e *Oxaea* Klug, 1807, além das espécies *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 e *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811. Também foram coletadas *Augochlora pura* (Halictidae) e *Tetrapedia* Klug, 1810 (Anthophoridae).

Raw (1976), em seus estudos com polinizadores, percebeu esporadicamente a presença de pólen de soja e de feijão aderido no corpo de abelhas do gênero *Exomalopsis*, porém suas coletas foram realizadas próximas a áreas de cultivo de café, e o pólen dessa cultura foi o mais encontrado nas abelhas. As abelhas *Oxaeae* são citadas em estudo de Montagnana (2014) como polinizadores do feijão. Como feijão e soja ambos são da família Fabaceae, as abelhas *Oxaeae* poderiam também ser agentes polinizadores da cultura da soja, porém sem confirmação científica. As

abelhas do gênero *Augochloropsis* coletadas em lavouras de soja em Iowa nos Estados Unidos apresentaram pólen da cultura na escopa e corbicula (GILL e O'NEAL, 2015) e Oliveira e Fernandes (2016) também atribuíram a quatro morfoespécies do gênero o status de visitante floral de duas variedades de soja, sendo uma transgênica e outra convencional no estado do Mato Grosso.

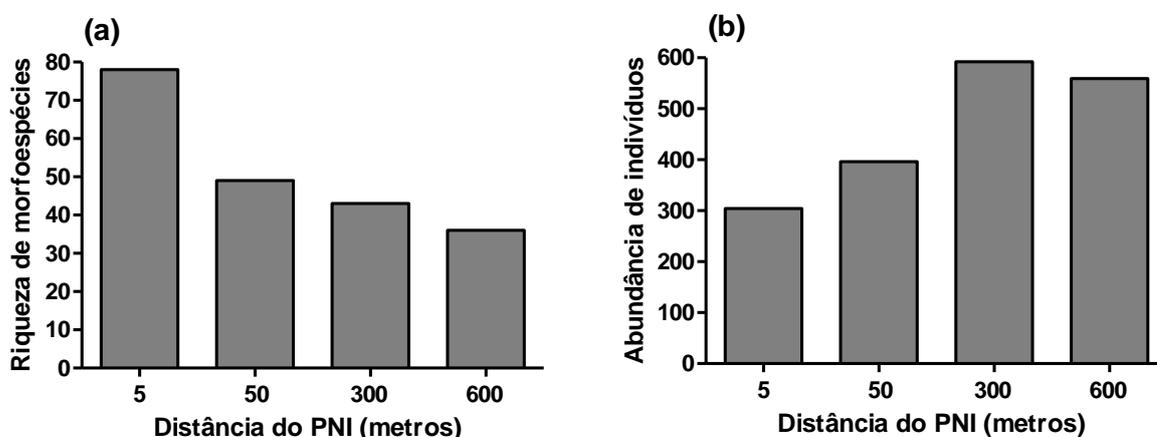
Monasterolo et al. (2015) constataram visitas de espécies do gênero *Augochloropsis* nas flores de soja na Província de Chaco na Argentina. Abelhas do gênero *Augochlora* foram constatadas visitando flores de soja por Monasterolo et al. (2015) na Argentina e Féon et al. (2015) do mesmo modo em lavouras na Argentina e Wheelock et al. (2016) em Iowa – EUA. Já com relação a abelha doméstica (*A. mellifera*), há um consenso de que a mesma é um potencial polinizador da cultura da soja por ser comumente coletada nas lavouras e conter pólen aderido ao corpo (TOLEDO et al., 2011; OLIVEIRA e FERNANDES, 2016; KENGNI et al., 2015; MONASTEROLO et al., 2015; WHEELLOCK et al., 2016).

Quanto a *T.angustula*, *Tetrapediae Ceratina*, não foram encontrados trabalhos que relacionem estas espécies diretamente com as atividades de polinização em soja. Portanto, de acordo com a literatura e espécies e grupos de abelhas coletadas, as possíveis polinizadoras da soja na área deste estudo são abelhas do gênero *Exomalopsis*, *Augochloropsis*, *Augochlora*, e a abelha *A. Mellifera*.

## 5.2 RELAÇÃO ENTRE A DISTÂNCIA DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU E ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ARTRÓPODES

Dentre os transectos, o mais próximo do PNI (distância de 5 m) foi o que teve a maior riqueza de espécies e menor abundância de indivíduos. O transecto mais distante do PNI (600 m) teve menor riqueza de espécies. Já o distante 300 m teve maior abundância de organismos. Esses resultados demonstram a relação negativa entre riqueza de morfoespécies e abundância de indivíduos, a relação negativa entre riqueza de morfoespécies e distância do PNI e positiva entre abundância de artrópodes e distância do PNI (Figura 13).

FIGURA 13 - RIQUEZA DE MORFOESPÉCIES (a) E ABUNDÂNCIA DE ARTRÓPODES (b) ENCONTRADOS NOS QUATRO TRANSECTOS COM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU UTILIZANDO PUÇÃ E ARMADILHA DE ODORE COMO METODOLOGIA DE COLETA. AS COLETAS FORAM FEITAS EM DEZEMBRO DE 2016



FONTE: O autor (2017).

Entende-se que a proximidade do PNI influenciou positivamente a riqueza de morfoespécies coletadas. Tal fato já havia sido evidenciado durante as atividades de campo, onde percebia-se que nos transectos a 300 e 600 m do PNI a diversidade de insetos era inferior, porém, a quantidade de indivíduos capturada era superior, devido, principalmente, a presença de muitos coleópteros, como *M. calcarifera*, espécie considerada praga da soja (BECHYNE, 1954).

Existe um consenso de que habitats naturais tendem a conter uma maior riqueza de espécies pela disponibilidade de diferentes recursos e habitats para nidificação, e áreas de monocultura conter comunidades mais simplificadas e pobres em riqueza de espécies (ALMEIDA et al., 2011; EKROOS et al., 2010; KNOPS et al., 1999; MEDAN et al., 2011). Além disso, segundo Geslin et al. (2016), a diversidade de insetos diminui conforme aumenta o isolamento da área de cultivo, como pomares de manga, em relação a habitats naturais.

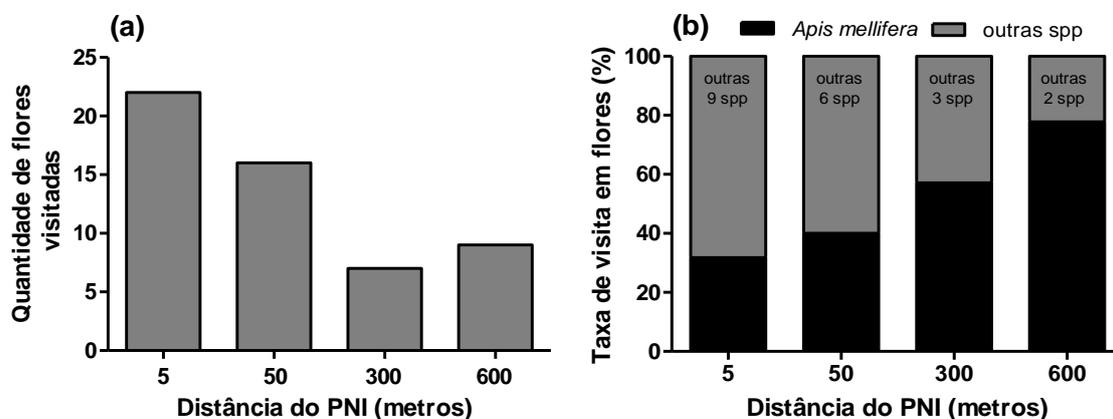
Similarmente aos resultados encontrados neste estudo, Mitchell et al. (2014) na província de Québec no Canadá e González et al. (2016) em condições semelhantes na província de Córdoba na Argentina, também evidenciaram uma redução na riqueza de espécies de insetos voadores e aumento na abundância de indivíduos em coletas realizadas em soja conforme crescia a distância da borda de fragmentos florestais.

Nesse sentido, uma importante estratégia seria a consolidação de agroecossistemas, o que permitiria atender as demandas de alimento e recursos por parte da sociedade e ao mesmo modo garantir a conservação de recursos naturais, além de proporcionar a viabilidade econômica e social das comunidades agrícolas (CAPORAL et al., 2009; KAUFMANN, REINIGER, WISNIEWSKI, 2018).

### 5.3 VISITANTES FLORAIS

A ocorrência de visitantes florais também foi inversamente proporcional aos transectos distantes do PNI, sendo que durante as 12 horas de observações, foram visualizados 53 artrópodes visitando flores da soja. Do total de visitas, 22 (41,5%) foram observadas no transecto distante 5 m do PNI, 15 (28,3%) no transecto a 50 m do PNI, 7 (13,2%) no de 300 metros e 9 (17%) no de 600 m de distância (Figura 14a). Com relação à identidade dos visitantes, durante as observações, esses não foram coletados para identificação, buscando não interferir na amostragem, no entanto, foi possível identificar *in loco* a presença e frequência de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) (Figura 14b). Com apenas esses dados, é possível verificar que a riqueza de visitantes diminuiu nos transectos mais distantes do PNI. Tal fato pode ser explicado, por algumas espécies não forragearem a grandes distâncias, ficando mais próximas ao PNI. Esse fato também explica os resultados obtidos nas coletas ativas de artrópodes deste estudo.

FIGURA 14 - VISITAS EM FLORES DA SOJA NOS QUATRO TRANSECTOS COM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU EM 12 HORAS DE OBSERVAÇÃO. A OBSERVAÇÃO FOI REALIZADA EM DEZEMBRO DE 2016. (a) QUANTIDADE DE FLORES VISITADAS. (b) TAXA DE VISITA DE ESPÉCIES NAS FLORES

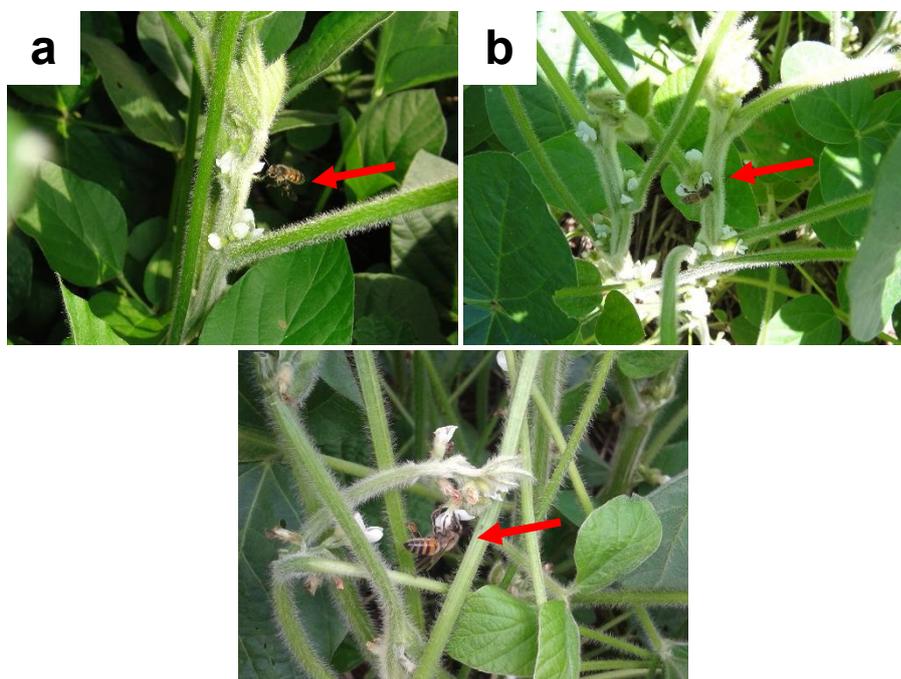


FONTE: O autor (2017).

Cerca de 14 morfoespécies foram observadas visitando flores de soja. *Apis mellifera* visitou 45,30% das visitas registradas. Os dados corroboram os encontrados por Monasterolo et al. (2015), os quais observando em lavouras de soja próximas a fragmentos florestais na Argentina, também encontraram maiores índices de visitação da *A. mellifera* e a presença desta em todos os pontos equidistantes da floresta analisados e ainda observaram a visitação das abelhas em flores em área de floresta.

Neste estudo, a ordem mais observada visitando flores da soja foi Hymenoptera, com destaque para a *A. mellifera* (Figura 15). Toledo et al. (2011) evidenciaram resultado semelhante ao deste estudo, afirmando que 85% dos visitantes florais observados eram abelhas *A. mellifera* em lavoura de soja em Ribeirão Preto - SP. Kengni et al. (2015) observando a visitação de flores da soja, relataram que 98% das visitas foram de himenópteros, com destaque também para *A. mellifera*, e Oliveira (2016) também observou uma maior presença de *A. mellifera*.

FIGURA 15 - REGISTRO FOTOGRÁFICO DE *A. MELLIFERA* VISITANDO FLORES DE SOJA EMPROPRIEDADE RURAL PRÓXIMA AO PARQUE NACIONAL DO IGUAÇU EMSERRANÓPOLIS DO IGUAÇU - PR EM DEZEMBRO DE 2016



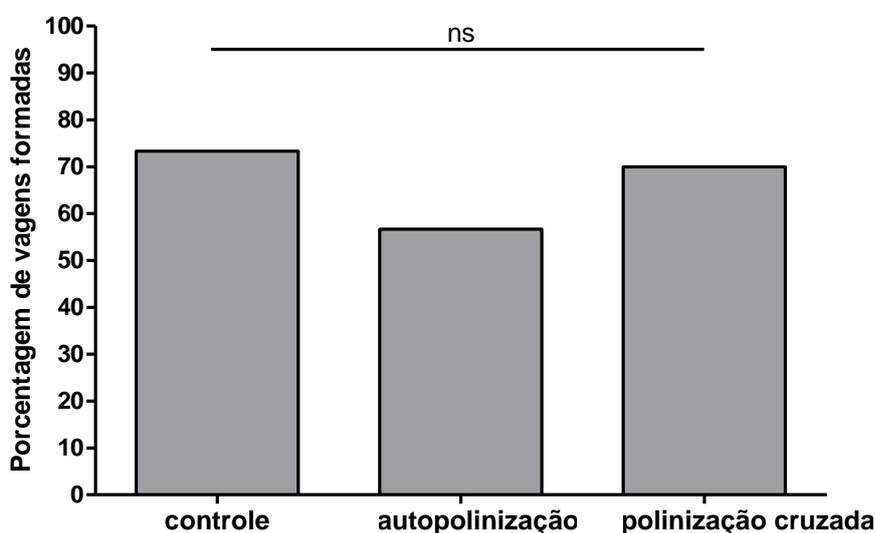
FONTE: C. Câmara (2016); D. Lange (2016); L. Finger (2016).

Por outro lado, Féon et al. (2016) observando apenas abelhas selvagens em paisagens agrícolas na Argentina relataram a presença maciça de espécies da família Halictidae. Os resultados apontam que maiores distâncias da borda do PNI influenciaram na presença de visitantes florais, sendo que *A. mellifera* tornou-se predominante. Monasterolo et al. (2015), avaliando diferentes distâncias da borda de fragmento florestal (5, 50 e 100 m), também observaram tal fato e perceberam que abelhas silvestres diminuíram conforme a distância da borda aumentava, e ainda, que o tamanho das abelhas influenciou na distância de forrageamento, sendo espécies menores restritas aos locais próximos da floresta. Hagler et al. (2011) apontam que avaliando as distâncias que as abelhas *A. mellifera* forrageiam longe de suas colmeias, encontraram espécimes a 5.983 m da colmeia, e com distância média de 800 m. Osborne et al. (2001) e Pedersen et al. (1972) asseguram que *A. mellifera* faz parte de um seleto grupo de abelhas que tendem a forragear maiores distâncias em busca de recursos florais.

#### 5.4 PRODUTIVIDADE DA SOJA

Não houve diferença significativa na porcentagem de flores que produziram vagens entre os grupos de plantas avaliados (controle, autopolinização e polinização cruzada) ( $\chi^2 = 0,70$ ;  $p > 0,05$  – Figura 16).

FIGURA 16 - PORCENTAGEM DE FLORES QUE PRODUZIRAM VAGEM PARA CADA GRUPO DE PLANTAS: CONTROLE, AUTOPOLINIZAÇÃO E POLINIZAÇÃO CRUZADA. "ns" REPRESENTA O RESULTADO DO TESTE QUI-QUADRADO DE ADERÊNCIA ( $\chi^2 = 0,70$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 30$  PARA CADA GRUPO DE PLANTAS)



FONTE: O autor (2017).

Contrapondo-se a alguns estudos citados a seguir, as taxas de abscisão de flores e frutos na soja neste estudo foi inferior. A maior taxa de abscisão de flores e vagens foi constatada no tratamento autopolinização (43%), seguida de polinização cruzada (30%) e controle (26%).

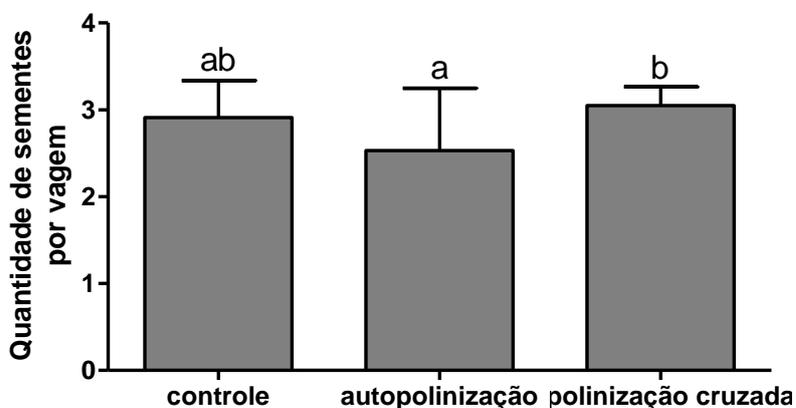
McBlain e Hume (1981), avaliando a soja, observaram abscisão de 64% das estruturas reprodutivas, e Dall'Agno (1980) obteve cerca de 84% de abscisão, e ainda apontou que cultivares de ciclo mais longo produzem mais flores, no entanto, as taxas de aborto eram maiores, o que pode ter influenciado nos índices de abscisão deste estudo, pois a variedade em estudo era superprecoce. Marchezan e Costa (1983) relatam uma abscisão de 83%, com variação na abscisão de flores e vagens nos

ramos (81%) e no caule (86%). Contudo, Schaik e Probst (1958) ressaltam que essa perda de flores e/ou vagens pode variar significativamente, sendo encontradas pelos mesmo autores, taxas de abscisão de 32 a 83%, e assinalam que a abscisão de vagens é relativamente menor que de flores.

Portanto, os valores encontrados neste estudo são menores que os da literatura consultada. Este fato poderia estar relacionado com as condições em que se encontram os solos. Segundo Ventimiglia et al. (1999), a carência de fósforo no solo pode manifestar maiores índices de aborto de flores e legumes na soja. Além disso, Navarro e Costa (2001) enumeram outros fatores que podem influenciar nos índices de abscisão de flores que seriam fatores ambientais como água, luz e temperatura, e até mesmo, características anatômicas da variedade, e fatores genéticos. Avaliando seis variedades de soja, os autores perceberam que houve índices diferentes de floração e abscisão de flores e frutos.

Com relação à quantidade de sementes por vagem, o grupo de plantas do tratamento com polinização cruzada obteve valores maiores, seguido pelo controle e pela autopolinização (Figura 17) ( $H = 9,352$ ;  $p < 0,05$ ). Percebe-se que o grupo de plantas controle não apresentou diferença significativa de produção de sementes por vagem comparado aos outros tratamentos, porém o tratamento autopolinização diferiu do tratamento polinização cruzada.

FIGURA 17 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DA QUANTIDADE DE SEMENTES PRODUZIDAS POR VAGEM PARA OS TRÊS GRUPOS DE PLANTAS AVALIADOS. AS LETRAS REPRESENTAM O RESULTADO DO TESTE POST-HOC DE DUNN

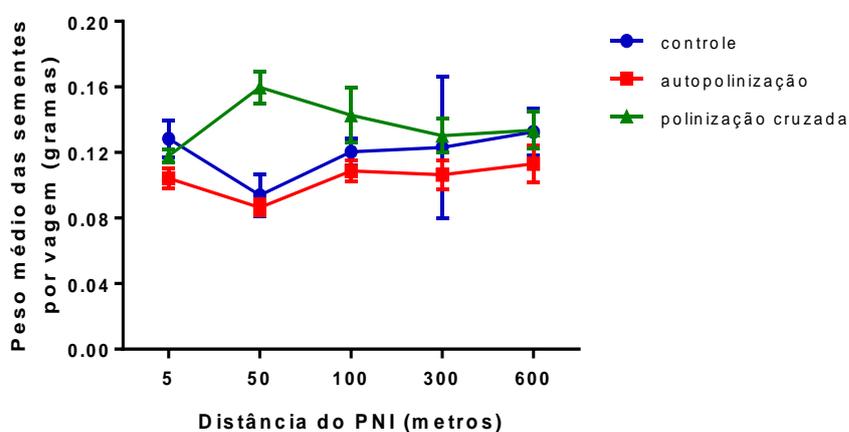


FONTE: O autor (2017).

Chiari et al. (2005a) em Maringá - PR, avaliando a produção de sementes em três tratamentos (soja em área aberta, soja em área fechada com gaiolas contendo *A. mellifera*, e soja em área fechada com gaiolas sem polinizadores), perceberam que de maneira geral houve um aumento de 58,86% comparando a área sem polinizadores com a área contendo *A. mellifera*, corroborando dados de Moreti et al. (1998) que em condições semelhantes observaram aumento ainda mais expressivo no número de sementes (82,31%). No entanto, entende-se que para este estudo a diferença não foi tão expressiva, e poderia alcançar semelhança com resultados apontados por Erickson (1975) e Erickson et al. (1978) que obtiveram aumento na produção de sementes de 5% e 20% respectivamente, comparando área coberta com abelhas e área coberta sem abelhas.

Foi evidenciada diferença no peso médio das sementes entre os grupos de plantas ( $F = 12,91$ ;  $p < 0,001$ ) com maiores valores para polinização cruzada, seguido pelo controle e pela autopolinização. A polinização cruzada teve maiores valores em três (50, 100, 300 e 600 m) das cinco distâncias avaliadas, tendo o grupo controle maiores valores na distância de 5 m e valores iguais para controle e polinização cruzada no transecto a 600 m (Figura 18). Esse resultado pode ser explicado pela variação do peso médio das sementes entre as distâncias para todos grupos de plantas ( $X^2 = 4,11$ ;  $p < 0,05$ ). Somente o grupo autopolinização teve menor variação de valores entre as distâncias.

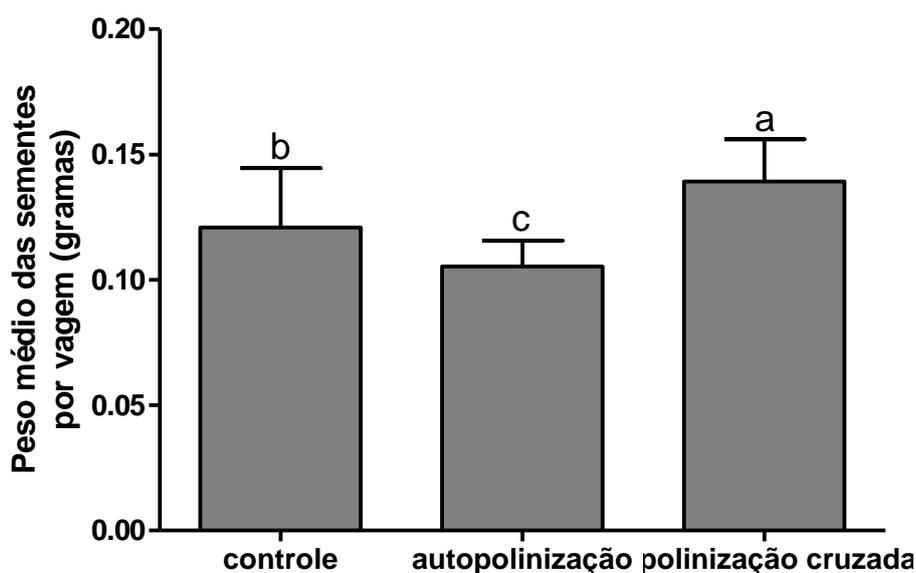
FIGURA 18 - MÉDIA E ERRO PADRÃO DOS VALORES DE PESO DAS SEMENTES PRODUZIDAS EM CADA DISTÂNCIA DO PNI E GRUPO DE PLANTAS AVALIADOS



FONTE: O autor (2017).

O teste *post-hoc* de Tukey, apontou que os três tratamentos exibiram diferença quanto ao peso das sementes. Percebe-se que os maiores pesos foram no tratamento polinização cruzada, seguido de grupo controle e autopolinização (Figura 19).

FIGURA 19 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO PESO DAS SEMENTES PRODUZIDAS NOS TRÊS GRUPOS DE PLANTAS AVALIADOS. AS LETRAS REPRESENTAM O RESULTADO DO TESTE POST-HOC DETUKEY



FONTE: O autor (2017).

Do ponto de vista dos grupos de plantas, vale ressaltar que o controle estava disponível para os polinizadores, porém não sabe-se ao certo se houve ou não visita de polinizadores, o que poderia influenciar na produtividade.

Toledo et al. (2011), em Ribeirão Preto - SP, avaliaram a diferença do peso dos grãos entre áreas abertas para visitação de insetos e áreas sem o livre acesso, percebendo que o peso médio das sementes foi maior onde houve a presença de abelhas. Os resultados obtidos por Moreti et al. (1998) foram semelhantes com o peso das sementes sendo inferiores no tratamento em que utilizaram saquinhos de filó para não permitir visitantes florais. Issa et al. (1984) avaliando duas variedades de soja, perceberam aumento de 81% no peso das sementes da variedade IAC-5115 e 9% para a variedade IAC-3, quando da ação de polinizadores. Chiari (2002) evidenciou o aumento de 50% para a variedade BRS-133 e Juliano (1976) obteve um aumento de 40% no peso das sementes resultante da introdução de visitantes florais. Entretanto,

Chiari et al. (2005b) perceberam que plantas que produziram em média um número inferior de sementes por vagem, formaram sementes maiores e mais pesadas, e que o tratamento autopolinização produziu sementes em média mais pesadas do que na polinização por abelhas e Chiari et al. (2008) não verificaram diferença no peso das sementes. A maioria dos trabalhos encontrados na literatura, avaliou a produção através do número de vagens, ou número de sementes, sendo o peso dos grãos um tema com déficit de informações.

Estudos apontam que a introdução de abelhas *A. mellifera* em culturas agrícolas tem aumentado a produção, porém, ainda não se sabe o real motivo, podendo ser a ausência de polinizadores nativos ou sua maior atividade de polinização. Entretanto, torna-se necessária a realização de estudos sobre a polinização das culturas e a presença de espécies nativas e seu potencial polinizador (D'AVILA e MARCHINI, 2005).

De forma geral, encontram-se divergências na literatura, sobre o quanto os agentes polinizadores poderiam contribuir com os níveis de produção de vagens, sementes e peso dos grãos da soja. Segundo Gazzoni (2016), a soja estando sob condições ideais de temperatura, umidade, e nutrientes no solo poderia suportar um incremento na produção, porém o que pode ocorrer, é que sob condições adversas a produção da soja decai e o efeito dos polinizadores ficaria então ofuscado.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nas coletas e observações em diferentes distâncias da borda do Parque Nacional do Iguaçu mostram evidências de que este atua como fonte de polinizadores para as culturas agrícolas, além de fornecer abrigo e recursos para outros artrópodes como os inimigos naturais de pragas agrícolas.

Ao identificar as famílias e os possíveis hábitos alimentares destas, observou-se que o PNI pode estar atuando como fonte de inimigos naturais das pragas agrícolas, influenciando de forma positiva na produção agrícola. Dessa forma, surge mais um pressuposto para a busca da proteção e preservação das UCs como o PNI. A utilização de métodos alternativos no controle de pragas agrícolas deve ser estudada e utilizada, causando a diminuição de custos de produção e menor utilização de agrotóxicos.

Além da abelha *A.mellifera*, outras abelhas coletadas foram apontadas como potenciais polinizadores da soja, com destaque para os gêneros *Exomalopsis*, *Augochloropsis* e *Augochlora*. Ao constatar que a presença destes tende a ser mais abundante e com maior riqueza de morfoespécies em menores distâncias do PNI, entende-se que a manutenção de áreas remanescentes de mata é fundamental para a sustentação das comunidades de polinizadores. Tal evidência destaca a urgência de políticas de conservação de áreas naturais, frente ao declínio global de polinizadores nos últimos anos.

No presente estudo, as plantas submetidas à polinização cruzada e aquelas do tratamento controle (no qual a polinização cruzada possivelmente pode estar ocorrendo) apresentaram melhores resultados tanto em relação ao número de sementes por vagem como em relação ao peso das sementes, quando comparados à autopolinização. Entretanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos polinização cruzada, autopolinização e controle em relação a taxa de abscisão de flores. Esses resultados, permitem inferir que, embora a autopolinização seja o processo predominante na cultura da soja, a polinização cruzada pode propiciar incrementos na produtividade. Considerando que em condições não experimentais a polinização é viabilizada por agentes naturais, notadamente os insetos, a manutenção de áreas de refúgio, como é o caso do PNI, pode ser uma estratégia favorável ao aumento da produtividade.

Sugere-se que sejam realizados outros estudos ao longo de toda a interface PNI/lavoura buscando entender a influência do PNI na presença dos polinizadores e inimigos naturais de pragas agrícolas e a relação destes com as culturas agrícolas, além de estudos visando métodos de conservação das comunidades destes artrópodes.

## REFERÊNCIAS

- AGRODETECTA. Estação Meteorológica de Medianeira - PR. **Agro Serviços BASF & Fundação ABC**. Dados brutos da estação meteorológica. [Mensagem de informação]. Mensagem recebida por: <fingerleandro@hotmail.com>. 9 mar. 2017.
- AGUIAR, W. M.; GAGLIANONE, M. C. Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) on an inselberg in the Atlantic Forest domain of southeastern Brazil. **Tropical Zoology**, v. 24, p. 107-125, 2011.
- AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, v. 19, p. 915-918, 2009.
- AIZEN, M. A. et al. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Annals of Botany**, v. 103, p. 1579-1588, 2009.
- AIZEN, M. A. et al. Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. **Current Biology**, v. 18, p. 1572-1575, 2008.
- ALMEIDA, S. et al. Subtle land-use change and tropical biodiversity: dung beetle communities in Cerrado grasslands and exotic pastures. **Biotropica**, v. 43, p. 704-710, 2011.
- ALMEIDA-SOARES, S. et al. Pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae): Floral Biology and Visitors. Ecology, Behavior and Bionomics. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 941-948. 2010.
- ARAUJO, K. F. et al. Insetos atraídos por caldo de cana-de-açúcar e mel de abelhas no Parque Nacional do Iguaçu/ Foz do Iguaçu- PR, Brasil. **Revista Magistra**, v. 26, n. 2, p. 255-261, 2014.
- AYERS, G. S. Soybean, a good honey plant - sometimes. **American Bee Journal**, v. 150, n. 4, p. 399-403, 2010.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016). **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja**, v. 11. Londrina: Embrapa Soja, 2017.
- BARBOSA, L. D. Integrating studies on plant–pollinator and plant–herbivore interactions. **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 2, p. 125-133, 2016.
- BECHYNÉ, J. La liste des eumolpides de Rio Grande de Sul (Brésil) et observations diverses sur les espèces néo tropicales. **Separata dos arquivos do Museu Paranaense – Curitiba**. v. 10, p. 141-230, 1954.
- BECHINSKI, E. J.; PEDIGO, L. P. Ecology of predaceous arthropods in Iowa soybean agroecosystems. **Environmental Entomology**, v. 10, p. 771-778, 1981.

BENAVIDES, P. T.; SALAZAR, J.; DIWEKAR, U. Economic comparison of continuous and batch production of biodiesel using soybean oil. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v. 32, p. 11-24, 2013.

BEZERRA, C. P.; MARTINS, C. F; Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 823-835, 2001.

BONCRISTIANI, H. et al. Direct effect of acaricides on pathogen loads and gene expression levels in honey bees *Apis mellifera*. **Journal of Insect Physiology**, v. 58, n. 5, p. 613-620, 2012.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgard Blu Ltda. 1988.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília - DF, 18 de jul. 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Projeto avalia a importância da polinização para a agricultura. **Ministério do Meio Ambiente: Conservação e manejo**. 2015

BRENNAN, E. B. et al. First record of *Glycaspisbrimblecombei* (Moore) (Homoptera: Psyllidae) in North America: Initial observations and predator associations of a potentially serious new pest of eucalyptus in California. **Pan-Pacific Entomologist**, v. 75, p. 55-57, 1999.

BRONDANI, D. et al. Occurrence of insects in the aerial part of soybean in function of the weed control systems and conventional and genetically modified herbicide-tolerant varieties. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2132-2137, 2008.

BUENO, V. H. P. Desenvolvimento e criação massal de percevejo predadores Orius. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: Editora UFLA, 2009.

CAPORAL, F. R. et al. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília, 2009.

CASTANHEIRA, E. G. et al. Life-cycle assessment of soybean-based biodiesel in Europe: comparing grain, oil and biodiesel import from Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 188-201, 2015.

CARLSON, J. B.; LERSTEN, N. R. **Soybeans: improvement, production and uses**. 3° ed. Madison: Crop Science Society of America. 1987.

CARVALHO, E. S. M. *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) no sistema plantio direto no Sul de Mato Grosso do Sul: flutuação populacional, hospedeiros e parasitismo. 2007. 41 p. **Dissertação (Mestrado em**

**Entomologia e Conservação da Biodiversidade)** - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2007.

CASARI, S. A.; IDE, S. Coleoptera. In: RAFAEL et al. (ed). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: HOLOS Editora, 2012. p. 453-535.

CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Não paginado. Disponível em: <<http://www.iapar.br/pagina-677.html>>. Acesso em: 10 set. 2017.

CHIARI, W. C. **Polinização e comportamento de abelhas em flores de soja (Glycinemax L. Merrill)**. 2002. 34 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

CHIARI, W. C. et al. Pollination by *Apis mellifera* in transgenic soy (*Glycine max* L. Merrill) Roundup Ready<sup>TM</sup> cv. BRS 245 RR and conventional cv. BRS 133. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 267-271, 2008.

CHIARI, W. C. et al. Pollinations of soybean (*Glycine max* L. Merrill) by honeybees (*Apis mellifera*). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 31-36, 2005a.

CHIARI, W. C. et al. Floral biology and behavior of Africanized honeybees *A. mellifera* in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Brazilian Archives Biology and Technology**, v. 48, n. 3, p. 367-378, 2005b.

CHUNG, G.; SINGH, R. J. Broadening the genetic base of soybean: A multidisciplinary approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n. 5, p. 295-341, 2008.

CIVIDANES, F. J.; BARVOSA, J. C. Efeitos do plantio direto e da consorciação soja-milho sobre inimigos naturais e pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 235-241, 2001.

CIVIDANES, F. J.; YAMAMOTO, F. T. Pragas e inimigos naturais na soja e no milho cultivados em sistemas diversificados. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 4, p. 683-687, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, v. 3, n. 4, 2016.

COPATTI, C. E.; GASPARETTO, F. M.; Diversidade de insetos em diferentes tipos de borda em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Biociências**, v. 18, n. 2, p. 32-40, 2012.

COSTANZA, R. et al. The value the world's service and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

COSTA NETO, P. R. et al. The utilization of used frying oil for the production of biodiesel. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

COSTA, V. A.; BERTI, E. F.; SATO, M. E. Parasitoides e predadores no controle de pragas. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M. MALERBOSOUZA, D. T. **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba (SP): CP2, p. 25-34, 2006.

CUNHA, D. A. S.; NÓBREGA, M. A. S.; ANTONIALLI, W. F. A. J. Insetos Polinizadores em Sistema Agrícolas. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 18, n. 4, p. 185-194, 2014.

DAHLSTEN, D. L.; ROWNEY, D. L. **The red gum lerp psyllid, a new pest of Eucalyptus species in California**. University of California at Berkeley, Oakland: University Of California, 2000.

DALL'AGNOL, A. Flowering and fruiting pattern of five determinate soybean cultivars. 1980. Não paginado. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - University of Florida, Florida, 1980.

D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de importância econômica no Brasil - Revisão bibliográfica. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, p. 79-90, 2005.

DEGRANDE, P. E.; VIVAN, L. M. **Boletim de Pesquisa de Soja: Pragas da soja**, v. 12, 20 p. 2007. Rondonópolis: Fundação MT. 2007.

DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop pollination by bees**. New York: Cabi Publishing, 2000.

DIAS, T. K. R.; SOLIMAN, E. P.; PEREIRA, J.M. WILCKEN, C. F. Criação e manutenção do predador *Atopozelusopsimus* (Hemiptera: Reduviidae) alimentados com *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) em condições de laboratório. In: **II SIMPROT (Simpósio em Proteção de Plantas)**, Botucatu. Anais do II SIMPROT. FEPAF, Botucatu, v. 1. 2011.

DIDONET, J. et al. Flutuação populacional de pragas e inimigos naturais em soja no Projeto Rio Formoso – Formoso do Araguaia - TO, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 28, p. 67-74, 2008.

DIDONET, J. et al. Abundância de pragas e inimigos naturais em soja na região de Gurupi, Brasil. **Manejo Integrado de Pragas y Agroecologia**, v. 69, p. 50-57, 2003.

DOMINGUES, M. S.; BERMAN, C.; MANFREDINI, S. A produção de soja no Brasil e sua relação com o desmatamento na Amazônia. **Revista Presença Geográfica**, v. 1, p. 32-47, 2014.

EKROOS, J.; HELIOLA, J.; KUUSSAARI, M. Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. **Journal of Applied Ecology**, v. 47, p. 459-467, 2010.

ERICKSON, E. H. Effect of honey bees on yield of three soybean cultivars. **Crop Science**, v. 15, p. 84-86, 1975.

ERICKSON, E. H. et al. Honeybee pollination increases soybean yields in the Mississippi Delta region of Arkansas and Missouri. **Journal of Economic Entomology**, v. 71, p. 601-603, 1978.

FARIA, L. R. R.; ZANELLA, F. C. V. Beta-ionone attracts *Euglossamandibularis* (Hymenoptera, Apidae) males in western Paraná forests. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, p. 260-264, 2015.

FÁVERO, A. C.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização entomófila em soja (*Glycinemax* L. var. FT2000). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000, Florianópolis - SC. **Anais...** Florianópolis: CBA. 2000.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R. Ocorrência e flutuação estacional de insetos pragas da soja em lavouras de Tangará da Serra e Nova Marilândia, MT. In: JORNADA CIENTÍFICA UNEMAT, 2, 2009, Barra do Bugres - MT. **Anais...** Barra do Bugres: Universidade do Estado de Mato Grosso.

FAVETTI, B. M.; CONTO, G. C.; BUTNARIU, A. R. Coleópteros desfolhadores associados à cultura da soja no sudoeste de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 24, 2012, Curitiba - PR. **Anais...** Curitiba: Sociedade entomológica do Brasil. 2012.

FERREIRA, B. **Manual de boas práticas agrícolas. Conservação e manejo de polinizadores para uma agricultura sustentável.** Rio de Janeiro: Funbio, 68 p. 2015.

FERREIRA, M. J. de M. et al. Famílias de Hemiptera (Insecta) capturadas com armadilha de malaise no Parque Zoológico de Goiânia, Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21, 2006, Recife - PB. **Anais...** Recife: Sociedade entomológica do Brasil. 2006.

FONSECA, V. L. I. et al. **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012.

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

FREITAS, B. M. et al. 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.; PEREIRA, J. O. P. **Solitary bees: Conservation, rearing and management for pollination.** Fortaleza: Imprensa Universitária. 2004.

FUJIHARA, R. T. et al. **Insetos de Importância Econômica: Guia Ilustrado para Identificação de Famílias.** Botucatu: Fundação de Estudos e pesquisas agrícolas e florestais - UNESP. 2011.

- GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009.
- FÉON, V. L. et al. 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, p. 1175-1196, 2016.
- FULLER, B. W. Predation by *Calleidatodecora* (F.) (Coleoptera: Carabidae) on velvet bean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. **Journal of Economic Entomology**, v. 81, p. 127-129, 1988.
- GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of the world agriculture confronted with pollination decline. **Ecological Economy**, v. 68, p. 810-821, 2009.
- GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002.
- GARIBALDI, L. A. et al. Pollinator shortage and global crop yield. **Communicative & Integrative Biology**, v. 2, p. 37-39, 2009.
- GAZZONI, D. L. **Soybean and bees**. Brasília – DF: Embrapa. 2016.
- GIANNINI, T. C. et al. The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.
- GILL, K. A.; O'NEAL, M. E. Survey of soybean insect pollinators: Community identification and sampling method analysis. **Environmental Entomology**, v. 44, p. 488-498, 2015.
- GONZÁLEZ, E.; SALVO, A.; VALLADARES, G. Arthropod communities and biological control in soybean fields: Forest cover at landscape scale is more influential than forest proximity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 239, p. 359-367, 2017.
- GONZÁLEZ, E. et al. A Moveable Feast: Insects Moving at the Forest-Crop Interface Are Affected by Crop Phenology and the Amount of Forest in the Landscape. **PLoS ONE**, v. 11, n. 7, p. 1-19, 2016.
- GONÇALVES, R. B.; 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.
- GOOGLE EARTH PRO. Google Earth website. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. 2018.
- HAGLER, J. R. et al. Foraging range of honey bees, *Apis mellifera*, in alfalfa seed production fields. **Journal of Insect Science**, v. 11, artigo 144, p. 1-12, 2011.

- HATSCHBACH, G. G.; ZILLER, S. R. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. Curitiba, Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 2 p. 1995.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; et al. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja. 70p. Circular Técnica/Embrapa Soja. 2000.
- HORNER, H. T. et al. Floral nectary fine structure and development in *Glycine max* L. (Fabaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, n. 5, p. 675-690, 2003.
- HSIN, C. Y.; SELLERS, L. G.; DAHM, P. A. Seasonal activity of carabids and the toxicity of carbofuran and terbofos to *Pterostichuschalcites*. **Environmental Entomology**, v. 8, p. 154-159, 1979.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu**. Ministério do Meio Ambiente. FUPEF - Fundação de pesquisas florestais do Paraná. Brasil. Não paginado. 1999.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Oeste Paranaense / Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. – Curitiba: IPARDES/BRDE, 2004.
- ISSA, M. R. C. et al. Ensaio de polinização em soja (*Glycinemax*) por abelhas *Apis mellifera* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA-CONGRESSO LATINO AMERICANO DE APICULTURA. 1984, Viçosa - MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1984.
- JOHNSON, K. D. et al. Is preventative, concurrent management of the soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) and bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Possible? **Journal of Economic Entomology**, v. 101, n. 3, p. 801-809, 2008.
- JULIANO, J. C. Polinização entomófila na soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 4, 1976, Curitiba - PR. **Anais...** Curitiba: ConvênioIncra/FAEP. 1976.
- KAUFMANN, M. P.; REINIGER, L. R. S.; WISNIEWSKI, J. G. A conservação integrada da agrobiodiversidade crioula. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 36-43. 2018
- KEARNS, C. A.; INOUYE, D. W.; WASER, N. M. Endangered mutualisms: the conservation of plant- pollinator interactions. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v. 29, p. 83-112, 1998.
- KENGNI, S. B.; FOHOOU, F. N. T.; NGAKOU, A. Impact of the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) and *Bradyrhizobium* fertilizer on pollination and yield components of *Glycine max* L. (Fabaceae) in the field. **International Journal of Biological Research**, v. 3, n. 2, p. 64-71, 2015.

- KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in Chang inland scapes for world crops. **Proceedings Royal Society B-Biological Sciences**, v. 7, n. 274, p. 303-313, 2007.
- KNOPS, J. M. H. et al. Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease outbreaks, insect abundances and diversity. **Ecology Letters**, v. 2, n. 5, p. 286-293, 1999.
- KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI, A. et al. Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. **Ecology Letters**, v. 20, n. 5, p. 673-689, 2017.
- KUMAR, P. (ed.) **The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations**. Washington: Earthscan from Routledge. 2010.
- LAFFONT, E. R. et al. Termite (Insecta, Isoptera) fauna from National Parks of the northeast region of Argentina. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 6, p. 665-670, 2004.
- LANGE, C. E. Soja: uma história de sucesso. In: BARBIERI, R. L.; & STUNPF, E. R. (eds.) **Origem e Evolução das Plantas Cultivadas**. Brasília - DF: Embrapa Informação tecnológica, 2008. p. 253-265.
- LAWRENCE, J. F. et al. Beetles of the world: A key and information system for families and subfamilies. **Systematic Entomology**, v. 26, p. 130 -131. 1999.
- LOPES, A. L. C. **Dossiê Técnico: Cultivo e Manejo da Soja**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC. 37 p. 2013.
- LOURENZONI, W. L.; CALDAS, M. M. Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região Oeste de São Paulo. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1980-1987, 2014.
- LOPES, M. M.; BRANCO, V. T. F. C.; SOARES, J. B. Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da normalidade para materiais de pavimentação. **Transportes**, v. 21, n. 1, p. 59-66, 2013.
- LUTINSKI, J. A. et al. Ants diversity in Floresta Nacional de Chapecó in Santa Catarina State, Brazil. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1810-1816, 2008.
- MARCHEZAN, E.; COSTA, J. A. Produção e fixação de flores e legumes, em três cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 129-136, 1983.
- McBLAIN, B. A.; HUME, D. J. Reproductive abortion, yield components and nitrogen content in three early soybean cultivars. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 61, n. 39, p. 499-505, 1981.
- MEDAN, D. et al. Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, p. 3077-3100, 2011.

- MELO, L. A. S.; MOREIRA, A. N.; SILVA, F. A. N. **Comunicação Técnica:** Armadilha para monitoramento de insetos. Brasília: EMBRAPA Meio Ambiente, n. 7, 2001.
- MICHENER, C. D. **The social behaviour of the bees:** A comparative study. Cambridge: Belknap Press. 1974
- MILFONT, M. O. et al. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters**, v. 11, n. 4, p. 335-341, 2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** 16 p. 2010.
- MITCHEL, M. G. E.; BENNETT, E. M. GONZALEZ, A. Agricultural landscape structure affects arthropod diversity and arthropod-derived ecosystem services. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 192, p. 144-151, 2014.
- MONASTEROLO, M. et al. Soybean crops may benefit from forest pollinators. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 202, p. 217-222, 2015.
- MONTAGNANA, P. C. Avaliação da importância de habitats secundários para a manutenção de abelhas silvestres em áreas agrícolas. 2014. 128 p. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista - Instituto de Biociências de Rio Claro, Rio Claro, 2014.
- MORETI, A. C. C. C. et al. Observações sobre a polinização entomófila da cultura da soja (*Glycinemax* L. Merrill). **Boletim da Indústria Animal**, v. 55, p. 91-94, 1998.
- MOSCARDI, F.; FERREIRA, B. S. C.; PARRA, J. R. P. O controle biológico das pragas da soja. **Visão Agrícola**, V. 5, 2006.
- NASCIMENTO, E. T. et al. Diversidade de abelhas visitantes das flores de citrus em pomares de laranja e tangerineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 111-117, 2011.
- NAVARRO, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.
- NIDERA. **Catálogo de produtos SUL.** Cultivares de soja. Safra 2014-2015. 2014.
- OLIVEIRA, F. de. **Efeitos da Inter-relação entre a presença de visitantes florais e a produção na cultura da soja.** 2016. 45 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.
- OLIVEIRA, H. N.; ÁVILA, C. J. Controle biológico de pragas no Centro-Oeste brasileiro. G.Bio: **Revista de Controle Biológico**, p. 11-13, abr. 2010.

OLIVEIRA, F.; FERNANDES, M. G. Does the transgenic Cry1Ac toxin adversely affect the population dynamics of floral-visiting insects in soybean crop? **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 25, p. 1320-1329, 2016.

OLIVEIRA, R. A. G.; RANDO, J. S. S. Diversidade de insetos em plantas hospedeiras próximas às áreas de cultivo de milho e algodão. **Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 35-40, 2017.

OLIVEIRA, R. H. **Assembleia de abelhas e efeito da distância de remanescentes florestais na produção de grãos e no valor econômico de *Brassic napus* (hyola 420) no sul do Brasil**. 2013. 96 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Em Zoologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos, Synthesising Ecology**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

ORTIZ-PEREZ, E. et al. Insect-mediated cross-pollinations in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill): II. Phenotypic recurrent selection. **Euphytica**, v. 162, n. 2, p. 269-280, 2006.

OSBORN, J. L. et al. Pollination and gene flow in white clover, growing in a patchy habitat. **Acta Horticulturae**, v. 561, p. 35-40, 2001.

PALMER, R. G. et al. The role of crop-pollinator relationships in breeding for pollinator-friendly legumes: from a breeding perspective. **Euphytica**, v. 170, n. 2, p. 35-52, 2009.

PAULL, C. **The ecology of key arthropods for the management of *Epiphyas postvittana* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae) in Coonawarra vineyards, South Australia**. 2007. 131 p. Tese (Ph.D.) (Ecology and Evolutionary Biology) - School of Earth and Environmental Sciences, The University of Adelaide, Adelaide, 2007.

PEDERSEN, M. W. et al. Seed production practices. In: HANSON, C. H. (ed). **Alfafa Science and Technology**, Madison: American Society of Agronomy, 1972. p. 689-720.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in ecology e evolution**, v. 25, p. 345-353, 2010.

POTTS, S. et al. **Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). German: IPBES, 36p, 2016.

PRESCOTT, K. K.; ANDOW, D. A.; Lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) communities in soybean and maize. **Environmental Entomology**, v. 45, p. 74-82, 2016.

PROCTOR, M.; YEO, P. **The natural history of pollination**. Oregon: Timber Press. 1996.

RAFAEL, J. A. et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 810 p., 2012.

RAMALHO, A. V.; GAGLIANONE, M. C.; OLIVEIRA, M. L. D. Comunidades de abelhas Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em fragmentos de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 95-101, 2009.

RAW, A. Seasonal changes in the numbers and foraging activities of two Jamaican Exomalopsis species (Hymenoptera, Anthophoridae). **Biotropica**, v. 8, n. 4, p. 270-277, 1976.

RECH, A. R. **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. 2014.

RECKZIEGEL, R. O.; OLIVEIRA, R. C. Biodiversidade de insetos em fragmentos de floresta em Cascavel – PR. **Revista Thêma et Scientia**, v. 2, p. 145-150, 2012.

RICHARDS, A. J. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? **Annals of Botany**, v. 88, n. 2, p. 165-172, 2001.

RICKETTS, T. H. et al. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, n. 5, p. 499-515, 2008.

RICKLEFS, R. E.; RELYEA, R. **A economia da natureza**. 7º ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2016.

RIGO, A. A. et al. Characterization of soybean cultivars genetically improved for human consumption. **International Journal of Food Engineering**, v. 1, p. 1-7, 2015.

RODRIGUEZ-SAONA, C.; KAPLAN, I.; BRAASCH, J.; CHINNASAMY, D.; WILLIAMS, L. Field responses of predaceous arthropod to methyl salicylate: a meta-analysis and case study in cranberries. **Biological Control**, Orlando, v. 59, p. 294-303, 2011.

SANTOS, B. B.; FOERSTER, L. A.; SMITH, J. G.; Ocorrência estacional de insetos-pragas da soja e seus predadores no centro-sul do Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, 1978, Londrina - PR. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1979.

SCHAIK, P. H.; PROBST, A. H. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. **Agronomy Journal**, v. 50, n. 4, p. 192-197, 1958.

SERRANO, A. R.; GUERRA-SANZ, J. M. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumblebee pollination. **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 2, p.160-166, 2006.

SILVA, A. C. **Guia para o reconhecimento de inimigos naturais de pragas agrícolas**. Brasília: EMBRAPA, 47 p. 2013.

SILVA, F.; REBÊLO, J. M. M. Population dynamics of Euglossinae bees (Hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of Cajual Island, in the state of Maranhão, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, p. 15-23, 2002.

SILVA, F. N. P. da; JUNIOR, D. P. da C.; NUNES, J. F. Comparação entre três métodos de coleta de insetos no cerrado da trilha do sol em Capitólio - MG. **Caderno de Estudos Tecnológicos**, v. 2, p. 17-22, 2014.

SILVA, K. R.; JULIO, C. E. A. Diversidade de Cerambycidae (Coleoptera) do Parque Nacional do Iguaçu, Foz do Iguaçu - PR. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 25, 2016, Londrina - PR. **Anais...** Londrina: PROEX - Universidade Estadual de Londrina, 2016

SIMONATO, J.; GRIGOLLI, J. F. J.; OLIVEIRA, H. N. Controle Biológico de Insetos-Pragas na Soja. Brasília – DF. **EMBRAPA Controle Biológico**. Tecnologia e Produção: Soja 2013/2014. 2014.

SOUZA, R. F. et al. Fitossociologia da vegetação arbórea do Parque Nacional do Iguaçu. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 853-869, 2017.

StatGeo Mapas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Unidade Territorial: 4126355. Serranópolis do Iguaçu (PR). 2017.

STEFFAN-DEWENTER, I. et al. Bee diversity and plant pollinator interactions in fragmented land scapes. In: WASSER, N.M.; OLLERTON, J. **Plant pollinator interaction from specialization to generalization**. Chicago: The University of Chicago Press. 2006. p. 387-407.

SZINWELSKI, N. et al. Estudo preliminar da ocorrência de diferentes famílias de abelhas na área do Parque Nacional do Iguaçu, Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21, 2006, Recife - PE. **Anais...** Recife: Sociedade Entomológica do Brasil, 2006.

THOMAZINI, M. J. Insetos associados à cultura da soja no estado do Acre - Brasil. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 4, p. 673-681, 2001.

TOLEDO, V. A. A. et al. Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja variedade MonSoy 3329. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 2, p. 123-130, 2011.

TOSI, S.; BURGIO, G.; NIEH, J. C. A common neonicotinoid pesticide, thiamethoxam, impairs honeybee flight ability. **Scientific Reports**, v. 7, artigo 1201, 2017.

UICN - União Internacional para a Conservação da Natureza. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Não paginado. 2009.

VELOSO, P. H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R. R. (ed.) **Classificação da Vegetação Brasileira**: Adaptada a um Sistema Universal. Rio de Janeiro: IBGE - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1991.

VENTIMIGLIA, L. A. et al. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 195-199, 1999.

VERNETTI, F. de J. **Soja**: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras. Campinas: Fundação CARGILL. 1983.

VIEIRA, A. C. et al. Densidade de pragas e inimigos naturais e resposta ao tratamento de sementes de soja com inseticidas. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8, 2013, Londrina - PR. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2013.

VOJAHN, K. K.; ZILCH, K. C. F.; KOHLER, A. Levantamento da entomofauna de um fragmento florestal no Município de Candelária - RS. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1, 2016, Santa Cruz do Sul - RS. **Anais...** Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul. 2016.

WAICHERT, C. et al. Spider wasps (Hymenoptera: Pompilidae) of the Dominican Republic. **Zootaxa**, artigo 3353, p. 1–47, 2012.

WHEELLOCK, M. J.; REY, K. P.; O'NEAL, M. E. defining the insect pollinator community found in Iowa corn and soybean fields: Implications for pollinator conservation. **Environmental Entomology**, v. 45, n. 5, p. 1099-1106, 2016.

WITTER, S. et al. **As abelhas e a agricultura**. Porto Alegre: Edipucrs. 2014.

WOLDAN, D. R. H. et al. Cerambycidae (Coleoptera) capturados com malaise no município de União da Vitória - PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21, 2006, Recife - PE. **Anais...** Recife: Sociedade Entomológica do Brasil, 2006.

WOLFF, L. F. et al. **Abelhas melíferas**: bioindicadores e qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. Pelotas: EMBRAPA. 2008.

ZANON, A. J. et al. Efeito do tipo de crescimento no desenvolvimento de cultivares modernas de soja após o início do florescimento no Rio Grande do Sul. **Bragantia**, v. 75, p. 446-458, 2016.

**ANEXO**

## ANEXO A – Dados de produtividade.

(continua)

| Transecto | Planta | Tratamento          | Flor | Nº vagens | Nº médio de sementes por vagens | Peso vagens verdes (g) | Peso vagens secas (g) | Peso total grãos (g) | Peso médio grãos (g) | Nº flores abortadas | % flores abortadas |
|-----------|--------|---------------------|------|-----------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 5         | 1      | Controle            | 3    | 2         | 3                               | 1,596                  | 0,484                 | 0,741                | 0,124                | 1                   | 33,33              |
| 5         | 2      | Autopolinização     | 3    | 2         | 2                               | 1,554                  | 0,497                 | 0,438                | 0,110                | 1                   | 33,33              |
| 5         | 3      | Controle            | 3    | 2         | 3                               | 1,296                  | 0,493                 | 0,799                | 0,133                | 1                   | 33,33              |
| 5         | 4      | Autopolinização     | 3    | 2         | 3                               | 1,215                  | 0,403                 | 0,596                | 0,099                | 1                   | 33,33              |
| 5         | 5      | Polinização Cruzada | 3    | 2         | 3                               | 1,110                  | 0,414                 | 0,708                | 0,118                | 1                   | 33,33              |
| 5         | 6      | Polinização Cruzada | 3    | -         | -                               | -                      | -                     | -                    | -                    | -                   | -                  |
| 50        | 7      | Controle            | 3    | 1         | 3                               | 1,506                  | 0,467                 | 0,338                | 0,113                | 2                   | 66,67              |
| 50        | 8      | Autopolinização     | 3    | 1         | 3                               | 1,206                  | 0,370                 | 0,270                | 0,090                | 2                   | 66,67              |
| 50        | 9      | Controle            | 3    | 3         | 3,33                            | 1,476                  | 0,510                 | 0,877                | 0,088                | 0                   | 0,00               |
| 50        | 10     | Autopolinização     | 3    | 1         | 2                               | 0,771                  | 0,247                 | 0,166                | 0,083                | 2                   | 66,67              |
| 50        | 11     | Polinização Cruzada | 3    | 2         | 3                               | 1,578                  | 0,567                 | 0,958                | 0,160                | 1                   | 33,33              |
| 50        | 12     | Polinização Cruzada | 3    | 2         | 3                               | 1,841                  | 0,652                 | 0,959                | 0,160                | 1                   | 33,33              |
| 100       | 13     | Controle            | 3    | 2         | 3                               | 1,152                  | 0,396                 | 0,786                | 0,131                | 1                   | 33,33              |
| 100       | 14     | Autopolinização     | 3    | 2         | 1,5                             | 0,849                  | 0,281                 | 0,317                | 0,106                | 1                   | 33,33              |
| 100       | 15     | Controle            | 3    | 2         | 3                               | 1,469                  | 0,489                 | 0,720                | 0,120                | 1                   | 33,33              |
| 100       | 16     | Autopolinização     | 3    | 3         | 3                               | 1,495                  | 0,538                 | 0,998                | 0,111                | 0                   | 0,00               |
| 100       | 17     | Polinização Cruzada | 3    | 3         | 3                               | 1,577                  | 0,525                 | 1,265                | 0,141                | 0                   | 0,00               |
| 100       | 18     | Polinização Cruzada | 3    | 3         | 3                               | 1,577                  | 0,563                 | 1,303                | 0,145                | 0                   | 0,00               |

(conclusão)

| Transecto | Planta | Tratamento          | Flor | Nº vagens | Nº médio de sementes por vagens | Peso vagens verdes (g) | Peso vagens secas (g) | Peso total grãos (g) | Peso médio grãos (g) | Nº flores abortadas | % flores abortadas |
|-----------|--------|---------------------|------|-----------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| 300       | 19     | Controle            | 3    | 2         | 2,5                             | 0,871                  | 0,347                 | 0,509                | 0,102                | 1                   | 33,33              |
| 300       | 20     | Autopolinização     | 3    | 1         | 3                               | 0,792                  | 0,424                 | 0,302                | 0,101                | 2                   | 66,67              |
| 300       | 21     | Controle            | 3    | 2         | 2                               | 0,842                  | 0,382                 | 0,577                | 0,144                | 1                   | 33,33              |
| 300       | 22     | Autopolinização     | 3    | 2         | 3                               | 0,482                  | 0,385                 | 0,655                | 0,109                | 1                   | 33,33              |
| 300       | 23     | Polinização Cruzada | 3    | 2         | 3                               | 0,636                  | 0,483                 | 0,752                | 0,125                | 1                   | 33,33              |
| 300       | 24     | Polinização Cruzada | 3    | 1         | 3                               | 1,198                  | 0,549                 | 0,420                | 0,140                | 2                   | 66,67              |
| 600       | 25     | Controle            | 3    | 3         | 3                               | 1,356                  | 0,510                 | 1,187                | 0,132                | 0                   | 0,00               |
| 600       | 26     | Autopolinização     | 3    | 3         | 2,33                            | 1,231                  | 0,508                 | 0,792                | 0,113                | 0                   | 0,00               |
| 600       | 27     | Controle            | 3    | 3         | 3                               | 1,190                  | 0,474                 | 1,199                | 0,133                | 0                   | 0,00               |
| 600       | 28     | Autopolinização     | 3    | -         | -                               | -                      | -                     | -                    | -                    | -                   | -                  |
| 600       | 29     | Polinização Cruzada | 3    | 3         | 3                               | 1,511                  | 0,527                 | 1,243                | 0,138                | 0                   | 0,00               |
| 600       | 30     | Polinização Cruzada | 3    | 3         | 3,33                            | 1,108                  | 0,477                 | 1,291                | 0,129                | 0                   | 0,00               |

\* -