

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CURSO DE AGRONOMIA

Cediane Zanetti

Monitoramento de entomofauna em sistema agroflorestal sucessional em Curitiba, SC

Curitibanos
2021

Cediane Zanetti

**Monitoramento de entomofauna em sistema agroflorestral sucessional em
Curitibanos, SC**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em
Agronomia do Centro de Ciências Rurais, Campus de
Curitibanos, da Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em
Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Karine Louise dos Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Sujimoto

Curitibanos
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Zanetti, Cediane

Monitoramento de entomofauna em sistema agroflorestral
secessional em Curitibanos, SC / Cediane Zanetti ;
orientadora, Karine Louise dos Santos, coorientador,
Fernando Ribeiro Sujimoto, 2021.

60 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Insetos . 3. Sistemas Agroflorestais .
4. Monitoramento . 5. Índices faunísticos . I. Louise dos
Santos, Karine . II. Ribeiro Sujimoto, Fernando. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Agronomia. IV. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulysses Gaboardi km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC
TELEFONE (048) 3721-2176 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

CEDIANE ZANETTI

Monitoramento de entomofauna em sistema agroflorestal sucessional em Curitibanos, SC

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitibanos, 10 de setembro de 2021.



Documento assinado digitalmente
Samuel Luiz Fioreze
Data: 17/09/2021 08:13:30-0300
CPF: 052.258.059-90
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Karine Louise dos Santos
Data: 16/09/2021 16:48:36-0300
CPF: 026.627.599-09
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Kerine Louise dos Santos
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
JULIANO GIL NUNES WENDT
Data: 16/09/2021 17:18:37-0300
CPF: 751.352.649-49
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Juliano Gil Nunes Wendt
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Cesar Augusto Marchioro
Data: 16/09/2021 16:52:22-0300
CPF: 040.744.939-69
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Cesar Augusto Marchioro
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, por estar sempre comigo, acompanhando meus passos e vigiando meus pensamentos.

A meus amados e queridos pais por toda a preocupação e auxílio financeiro durante esses anos.

Aos meus irmãos e irmã pelo apoio moral e incentivo a acreditar que seria possível.

A meu namorado Paulo Bison por incentivar a ir cada vez mais longe, sempre em busca do conhecimento e dos meus objetivos.

A minha ex Orientadora Prof. Dr. Leosane Cristina Bosco, por passar suas experiências na área da pesquisa e por acrescentar em minha formação.

A minha atual Orientadora, Prof. Dr. Karine Louise dos Santos e ao meu Coorientador Fernando Sujimoto por aceitarem a proposta e o desafio deste projeto.

Aos meus amigos (as) que me auxiliaram nas idas ao SAF, Alexandre Ferreira da Silva, André Lange e Zilma Melissa Burigo.

A todas as meninas com que tive a oportunidade de conviver, Ana Iurrino, Ana Paula Kroll, Bruna Monique Brunetto, Bruna Tormen, Edna Hawerth, Geisy Bahls, Katiuska Werlich e Leticia Post. Vocês são especiais, os melhores momentos foram com vocês!

A todos aos demais servidores, docentes e colegas meu muito obrigada!

Gratidão meus queridos!!!

RESUMO

Os insetos exercem papéis importantes para o equilíbrio ecológico, todavia, são ainda escassos os estudos sobre eles em sistemas biodiversos, a exemplo dos Sistemas Agroflorestais. Os sistemas agroflorestais vêm se destacando pelo maior nível de resiliência quando comparado aos modelos convencionais de produção agrícola. Nesse cenário, aprofundar o conhecimento a respeito desses sistemas produtivos, em especial na dinâmica da entomofauna, pode ser mais uma estratégia de transição resiliente, especialmente no que se refere a manutenção de insetos benéficos no sistema. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi realizar monitoramento da entomofauna, de forma a acompanhar a flutuação populacional dos insetos no Sistema Agroflorestal da UFSC/Curitibanos, bem como propor estratégias de manejo para manutenção de populações de insetos benéficos em três distintos arranjos produtivos. O Sistema Agroflorestal de estudo, possui uma área de 800m² e é dividido em três arranjos: i) SAF – Frutíferas-Medicinais; ii) SAF – Bracatinga-Agrícolas; iii) SAF – Erva-Mate. Cada arranjo possui três repetições e uma área testemunha composta por fragmento de sucessão florestal em estágio médio de regeneração. Nas áreas de estudo foram instalados quatro tipos de armadilhas (caça-mosca, coleobroca, *sticky* azul e *sticky* amarelo) com três repetições em cada arranjo. Após o estabelecimento das armadilhas, foram realizadas no total 10 coletas no período de maio de 2019 a janeiro de 2020. Após a identificação dos espécimes no nível de família, foram calculados os índices de diversidade para as diferentes épocas, os diferentes arranjos e para as diferentes técnicas de amostragem. Para avaliação das variáveis ambientais utilizou-se a correlação Linear de Pearson e os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA), seguido do teste Tukey ($p < 0,05$). Houve maior abundância de insetos coletados no período primavera/verão. Não houve diferença significativa entre o número de insetos nocivos capturados nos diferentes arranjos. A alta pluviosidade surpreendentemente apresentou correlação positiva ($r = 0,7379$) ao número de insetos capturados. A armadilha para coleobroca apresentou os menores índices de Diversidade de Shannon- Wiener-H, Dominância de Simpson- D e Equitabilidade- J. Os diferentes arranjos de plantas não diferiram estatisticamente em relação à entomofauna, sendo alto o índice de similaridade de Jaccard entre os mesmos. Por fim, em virtude da elevada diversidade já observada nos arranjos, estratégias de manejo voltadas a introdução de espécies de plantas com diferentes épocas de floração, melhoria na matéria orgânica do solo e fornecimento de alimentos artificiais são fatores importantes para promover a permanência de insetos benéficos nos arranjos.

Palavras-chave: Sistema biodiverso. Índices faunísticos. Inimigos naturais

ABSTRACT

Insects play important roles in ecological balance, however, studies on insects in biodiverse systems, such as Agroforestry Systems, are still scarce. Agroforestry systems have stood out for their higher level of resilience when compared to conventional models of agricultural production. In this scenario, deepening the knowledge about these productive systems, especially in the entomofauna dynamics, can be another resilient transition strategy, especially with regard to the maintenance of beneficial insects in the system. Therefore, the objective of this work was to monitor the entomofauna in order to evaluate the population fluctuation of insects in the Agroforestry System at UFSC/Curitibanos, as well as to propose management strategies for the maintenance of populations of beneficial insects in three distinct productive arrangements. The Agroforestry System under study has an area of 800m² and is divided into three arrangements: i) SAF – Fruit-Medicinal; ii) SAF – Bracatinga-Agrícolas; iii) SAF – Yerba Mate. Each arrangement has three replications and a control area composed of a fragment of forest succession in medium stage of regeneration. Four types of traps were installed in the study areas (flycatcher, beetles, sticky blue and yellow) with three repetitions in each arrangement. After the establishment of the traps, a total of 10 samples were carried out from May 2019 to January 2020. The specimens were identified at the family level, and the diversity indices were calculated for the different times, arrangements and sampling techniques. A Pearson's correlation test was used to assess the effects of the environmental variables on insect abundance, and the data were submitted to Analysis of Variance (ANOVA), followed by the Tukey test ($p < 0.05$). There was greater abundance of insects collected in the spring/summer period. There was no significant difference between the number of harmful insects captured in the different arrangements. The high rainfall surprisingly showed a positive correlation ($r = 0.7379$) to the number of captured insects. The beetle trap showed the lowest indices of Shannon-Wiener-H Diversity, Simpson-D Dominance and Equitability-J. The different plant arrangements did not differ statistically regarding insect species composition, with a high Jaccard similarity index between arrangements. Finally, due to the high diversity already observed in the arrangements, management strategies aimed at introducing plant species with different flowering times, improving soil organic matter and providing artificial food are important factors to promote the permanence of beneficial insects in the arrangements.

Keywords: Biodiverse system. Faunistic indices. Natural enemies

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa demonstrando os diferentes arranjos do Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC.....	24
Figura 2- Armadilhas instaladas no Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC: Armadilha caça-mosca caseira contendo solução de água e açúcar (A). Armadilha para coleobrocas contendo no frasco inferior álcool 70% (B). Reposição de álcool em armadilhas (C). Armadilhas <i>Sticky traps</i> suspensas para aplicação da cola e posterior distribuição dentro dos arranjos (D). Armadilha <i>Sticky trap</i> amarela e seus respectivos insetos capturados (E).....	25
Figura 3- Número de insetos nocivos capturados em três arranjos do Sistema Agroflorestal da UFSC/Curitiba, SC e uma área testemunha (mata-nativa).....	32
Figura 4- Número de insetos inimigos naturais e presas/hospedeiros coletados no Sistema Agroflorestal da UFSC/Curitiba, entre os meses de maio de 2019 a janeiro de 2020.....	33
Figura 5-Total de insetos capturados em cada arranjo do Sistema Agroflorestal da UFSC/Curitiba nas estações primavera/verão e outono/inverno.....	35
Figura 6- Número de escolitíneos capturados na estação outono/inverno em cada arranjo do Sistema Agroflorestal UFSC/Curitiba.....	36
Figura 7-Precipitação (mm), temperatura mínima (°C), média (°C) e máxima(°C) e umidade relativa (UR%), no período de coletas outono/inverno (Maio a primeira quinzena de setembro), em Curitiba/SC. Dados: Estação Meteorológica Epagri Ciram (2019).....	37
Figura 8- Precipitação (mm), temperatura mínima (°C), média (°C) e máxima(°C) e umidade relativa (UR%), no período de coletas de primavera/verão (Segunda quinzena de setembro a janeiro/2020), em Curitiba/SC.....	40
Figura 9- Dendrograma gerado a partir do índice de similaridade de Jaccard entre os arranjos Bracatinga/agrícolas, mata nativa, frutíferas/medicinal e erva-mate.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ordens, famílias e número de insetos capturados, através de diferentes tipos de armadilhas nos diferentes arranjos constituintes do Sistema Agroflorestal UFSC Curitibanos, SC.....	28
Tabela 2- Correlações entre a quantidade de insetos capturados e as temperaturas mínima, máxima, média, umidade relativa e pluviosidade média, segundo Coeficiente de Correlação de Pearson, em sistema agroflorestal sucessional UFSC/Curitibanos.....	41
Tabela 3- Média do número de insetos capturados (\pm desvio padrão) com diferentes armadilhas entomológicas instaladas no SAF/UFSC Curitibanos.	41
Tabela 4- Índices de diversidade de Shannon- Wiener-H, Dominância de Simpson- D, Equitabilidade-J, Riqueza de Margalef para os diferentes tipos de armadilhas.....	42
Tabela 5- Índices de diversidade de Shannon- Wiener-H, Dominância de Simpson- D, Equitabilidade-J, Riqueza de Margalef para os diferentes arranjos.....	43
Tabela 6- Períodos de florescimento de espécies potenciais para enriquecimento (em tons de azul) e para adensamento (em tons amarelado) de Sistema Agroflorestal Sucessional UFSC Curitibanos.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C Grau Celsius

ANOVA Análise de variância

APPs Áreas de Preservação Permanente

AUR Áreas de Uso Restrito

MO Matéria orgânica

NI Não identificado

RL Reserva Legal

SAF's Sistema Agroflorestais

T1 Tratamento 1

T2 Tratamento 2

T3 Tratamento 3

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

UR Umidade Relativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	PREJUÍZOS DOS INSETOS NOCIVOS PARA A AGRICULTURA	16
2.2	ALTERNATIVAS DE SISTEMAS PRODUTIVOS E ESTRATÉGIAS DE MANEJO RESILIENTES.	17
2.3	SISTEMAS AGROFLORESTAIS	19
2.4	MONITORAMENTO DA ENTOMOFAUNA.....	20
2.5	CONTROLE BIOLÓGICO	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	23
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	23
3.3	AS ARMADILHAS	25
3.4	COLETAS	26
3.5	ÍNDICES AVALIADOS	27
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	POTENCIAIS INIMIGOS NATURAIS E INSETOS NOCIVOS	33
4.2	SAZONALIDADE DE CAPTURAS: INSETOS COLETADOS NAS ESTAÇÕES OUTONO E INVERNO	37
4.3	SAZONALIDADE DE CAPTURAS: INSETOS COLETADOS NAS ESTAÇÕES PRIMAVERA E VERÃO.....	41

4.4	ANÁLISE COMPARATIVA DA DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA EM FUNÇÃO DA TÉCNICA DE AMOSTRAGEM	44
4.5	ANÁLISE COMPARATIVA DA DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA EM FUNÇÃO DO ARRANJO	46
4.6	RECOMENDAÇÕES DE MANEJO PARA MANUTENÇÃO DA ÁREA	48
5	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Os insetos são componentes da biodiversidade e fornecem serviços ecossistêmicos essenciais, sendo importantes agentes de controle biológico, atuando na ciclagem de nutrientes, polinização e na dispersão de sementes, bem como indicadores no monitoramento de ecossistemas (SAMWAYS, 2018). Na agricultura cerca de 72% das culturas agrícolas mundiais dependem de insetos para a polinização; os insetos polinizadores melhoram ou estabilizam o rendimento de três quartos de todos os tipos de culturas globalmente cultivadas. Assim como, os inimigos naturais atuam sobre populações de suas presas ou hospedeiros prestando serviço ecossistêmico de controle biológico (FONTES *et al.*, 2020). No entanto, estima-se que 50% das espécies de insetos são herbívoros e danificam cerca de 18% da produção agrícola mundial. Apesar desses danos, menos de 0,5% do número total das espécies de insetos conhecidas são considerados nocivos (JANKIELSOHN, 2018). Inseto nocivo é qualquer inseto capaz de reduzir a qualidade dos órgãos vegetais de interesse e/ou a produtividade do mesmo (GORDH; HEADRICK, 2001).

Os insetos são capazes de causar danos variados em diversos órgãos vegetais; e são considerados nocivos ao atingir o índice de dano econômico para uma dada cultura cultivada (EMBRAPA, 2005). Conforme a espécie agrícola ou florestal cultivada, fase de desenvolvimento da planta, tamanho populacional do inseto nocivo e a duração do ataque, podem ser ocasionados maiores ou menores prejuízos no rendimento e qualidade do produto (EMBRAPA, 2005).

No Brasil, no início da década de 2000, os prejuízos causados por insetos nocivos atingiram cerca de US\$ 2,2 bilhões para o setor agrícola e perdas anuais de produção de 7,1%. Atualmente, estima-se que as perdas anuais são de US\$ 12 bilhões para a economia brasileira (RANGEL, 2015). Uma das possíveis causas apontadas por muitos cientistas para o aumento das invasões de insetos-nocivos e epidemias, está relacionada a redução da diversidade de plantas cultivadas e a uniformidade genética das culturas. A prática intensiva da monocultura pode ocasionar os “desertos biológicos”, onde um número limitado de espécies consegue sobreviver. Logo, a adoção de sistemas diversificados de produção pode ser uma estratégia capaz de manter a integridade produtiva no decorrer do tempo, em relação a pressão externa do ambiente (NICHOLLS *et al.*, 2015; BROOKFIELD, 2001).

Neste contexto, os sistemas agroflorestais (SAF's) são estratégias de sistemas produtivos que podem se basear na sucessão ecológica, análogos aos ecossistemas naturais, em que árvores são consorciadas com culturas agrícolas ou criação animal, de acordo com um arranjo espacial e temporal pré-estabelecido, geralmente com alta diversidade de espécies e interações entre elas (EMBRAPA, 2012). Por isso, esses sistemas se destacam pelo maior nível de resiliência, quando comparado aos modelos convencionais de produção agrícola (PALUDO; COSTABEBER, 2012).

Assim sendo, na perspectiva de um desenvolvimento rural responsável, verifica-se a necessidade de uma agricultura que atenda quesitos socioeconômicos e ambientais. Diante disso, a promoção de sistemas diversificados de produção ou a adoção de princípios agroecológicos, podem ser consideradas estratégias na transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agricultura convencionais por estilos mais resilientes de produção (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). No processo de manipulação dos agroecossistemas e no desafio de manter a produtividade e a qualidade de um determinado produto, o ser humano adota estratégias que interferem na dinâmica das populações, e o monitoramento de insetos, facilita na tomada de decisão quanto a introdução de medidas de controle.

No monitoramento de insetos é possível chegar a diferentes níveis no processo de identificação, mas a nível de família já é possível obter informações úteis, tais como a principal época de ocorrência, prejuízos, importância econômica, alguns aspectos do ciclo biológico, comportamento, distribuição e formas de controle associado aos insetos nocivos com espécies previamente conhecidas (FUJIHARA, 2008).

1.1 JUSTIFICATIVA

Para propor sistemas mais resilientes é necessário conhecimento sobre temas desafiadores para produção. Portanto, estudos sobre entomofauna auxiliam na caracterização e delimitação de uma comunidade, a fim de medir o impacto ambiental, conhecer espécies predominantes e comparar áreas e sistemas de manejo com base nas espécies de insetos nocivos e benéficos presentes (BRANCO et al., 2011; FRIZZAS et al., 2003).

Para conduzir um arranjo de plantas ou consórcio em um sistema agroflorestal é necessário identificar as relações entre espécies arbóreas e agrícolas com a fauna e a entomofauna presentes dentro e fora do sistema. O manejo adequado dessas relações visa trazer equilíbrio ou manejo controlado dentro do sistema, garantindo produção continuada (DANTAS et al., 2012)

Com vistas em colaborar com pesquisas nesse campo, o sistema agroflorestral (SAF)/Campus da UFSC Curitibanos foi constituído por três arranjos de composição de plantas prioritárias. Por consequência, esses diferentes arranjos, possivelmente, imprimem variação populacional de insetos, portanto, estudos relacionados a entomofauna tornam possível a aplicação de melhores técnicas de manejo para cada um dos arranjos presentes no referido sistema agroflorestral.

Espera-se com esse trabalho identificar as áreas de maior incidência de insetos nocivos, correlacionar as ocorrências com variáveis climáticas nas diferentes estações do ano e testar métodos de captura mais eficientes para que, posteriormente, seja uma opção de controle massal para o sistema.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Monitorar a entomofauna em Sistema Agroflorestral sucessional do Campus de Curitibanos/UFSC.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar diferentes áreas de composição florestal quanto à incidência de insetos nocivos.
- Relacionar a flutuação populacional dos insetos com as diferentes estações do ano e as variáveis climáticas.
- Testar o desempenho de diferentes tipos de armadilhas de captura de insetos em sistema agroflorestral.
- Propor estratégias de manejo para manutenção de populações de insetos benéficos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PREJUÍZOS DOS INSETOS NOCIVOS PARA A AGRICULTURA

Estima-se que a população mundial atingirá 10 bilhões de pessoas até o ano de 2050. No entanto, é necessária uma produção agrícola mais consciente, pois, os recursos naturais são limitados, sendo importante a conciliação entre o desenvolvimento produtivo e a conservação ambiental. Devido à forte influência do ambiente sobre os seres vivos e a prática da monocultura, o Brasil sofre com problemas relacionados a insetos nocivos e doenças, tendo um custo muito elevado em perdas anuais que podem chegar até R\$ 55 bilhões/ano (PEDROSO, 2019).

Os danos ocasionados por esses insetos nocivos podem ser de forma direta (no produto a ser colhido) ou indireta (na planta), sendo que o mesmo causa efeitos específicos conforme o órgão atingido. Os danos às folhas reduzem a fotossíntese, induzem o crescimento compensatório, interrompem a translocação da seiva e transmitem doenças. A sucção da seiva ocasiona perturbação no fluxo, interfere nos produtos da fotossíntese, causa efeitos toxicogênicos (GALLO *et al.*, 2002).

Estudos conduzidos pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP avaliaram impactos gerados pelos principais insetos nocivos em cultivos de milho, soja e algodão. Com base nos resultados de eficácia de controle foram verificadas perdas entre 10% e 40% (KAGIÉ, 2019). Neste contexto, a monocultura intensiva torna o sistema mais dependente do homem o que leva a investir cada vez mais em controle de insetos nocivos, uma vez que estratégias deficientes de manejo podem levar a uma queda de 9,3% da receita bruta do país (KAGIÉ, 2019).

Em contrapartida muitos estudos mostram que a população de insetos benéficos, principalmente os polinizadores, vêm decrescendo e dentre os fatores que afetam diretamente essas populações está o constante uso de agrotóxicos, o manejo incorreto de colmeias, a baixa variabilidade genética de plantas que afeta diretamente a resistência dos polinizadores, e a modificação da paisagem (ROSA *et al.*, 2019). Segundo Mullin *et al.*, (2010), 121 pesticidas e diferentes metabolitos foram identificados em colmeias com média de sete pesticidas por amostra de pólen, no qual inclui os acaricidas, inseticidas, fungicidas, herbicidas e reguladores de crescimento de insetos. Portanto é necessário especial cuidado em períodos de floração

evitando o uso de agrotóxicos, devido ser uma das principais causas da morte dos mesmos (ROSA *et al.*, 2019). Ademais, além do uso dessas substâncias afetarem a abundância de espécies polinizadoras, contribuem também no desaparecimento de parasitoides e outros inimigos naturais em áreas de produção (SAMBO *et al.*, 2019) devido à indução de desequilíbrios populacionais. Portanto, vale ressaltar que em locais com maior diversidade de espécies vegetais e microambientes tendem a ter maior diversidade de insetos favorecendo um melhor controle biológico mais eficiente comparado a ecossistemas simplificados como as monoculturas (COELHO, 2012).

Para além do uso de agrotóxicos, o uso excessivo de fertilizantes nitrogenados pode contribuir com a redução no número de espécies de plantas que beneficiam os insetos. Essa redução estaria associada ao fato da aplicação desse nutriente favorecer de forma mais intensa um menor número de espécies vegetais. Assim, habitats com ciclagem de nutrientes mais equilibrada tendem a ser mais ricos em espécies vegetais que beneficiam igualmente uma comunidade mais equilibrada de insetos (JANKIELSOHN, 2018.; CAMARGO, 2001). Portanto, o que torna o inseto nocivo ao meio, geralmente são as condições causada por ações antrópicas, e não necessariamente condições ecológicas.

2.2 ALTERNATIVAS DE SISTEMAS PRODUTIVOS E ESTRATÉGIAS DE MANEJO RESILIENTES.

Diante da crise socioambiental e econômica aliada à agricultura convencional, torna-se necessário o desenvolvimento de técnicas que auxiliem na transição produtiva do modelo atual para formas de produção mais resilientes. Por isso, o conhecimento das inter-relações co-evolutivas entre plantas e insetos, é importante para definir estratégias de manejo em agroecossistemas (LOVATTO *et al.*, 2012).

A quantidade de recursos disponíveis para as plantas interfere nas taxas de herbivoria, os insetos herbívoros alimentam-se preferencialmente de plantas estressadas ou com alterações fisiológicas, portanto, o manejo do solo e a diversificação do sistema produtivo são elementos importantes para a prevenção do ataque de insetos, pois favorecem o enriquecimento do solo através da adição de matéria orgânica no sistema, favorecendo o aumento em densidade e diversidade de organismos no solo, que atuação essencial na ciclagem de nutrientes para as culturas vegetais (LOVATTO *et al.*, 2012.; COELHO, 2012). Segundo Gliessman (2000), a monocultura em larga escala representa um ambiente inóspito, no qual a biodiversidade é quase sempre eliminada, juntamente com controle populacional dos insetos. Assim, a resiliência

também fica comprometida devido à baixa diversidade funcional e estrutural. Outro fator importante que deve ser destacado, é que a maioria dos insetos que causam danos aos cultivos são monófagos, ou seja, são específicos de um gênero vegetal ou até de uma só espécie. O cultivo único de uma espécie de planta, propicia condições de vida para a multiplicação acelerada e desequilibrada para esse grupo de insetos (BRECHELT, 2004).

Segundo Altieri *et al.* (1999), a construção de um sistema com alta diversidade requer planejamento prévio, sendo importante o manejo da vegetação dentro da área cultivada e em suas imediações. A combinação de diferentes cultivos reduz o risco de infestação, favorecendo a ocorrência de insetos benéficos e serve como barreira, impedindo a chegada de organismos nocivos ao hospedeiro. Também, como alternativa de manejo, pode ser empregado o uso de plantas atrativas e repelentes em consórcio com espécies agrícolas e/ou florestal, pois algumas plantas têm capacidade de exalar compostos voláteis repelentes ou que mascaram os odores atraentes aos insetos nocivos das plantas cultivadas (LOVATTO *et al.*, 2012).

De modo geral a supressão de herbívoros, a promoção de inimigos naturais e a supressão de danos às culturas podem ser mais facilmente alcançados em sistemas de cultivo diversificados, do que em culturas com nenhuma ou poucas espécies adjacentes. É constatado que em ambientes com presença de espécies floríferas com produção de néctar e pólen, o estabelecimento de parasitoides é maior comparado a áreas sem flores, sendo importante a alimentação com néctar para o aumento da longevidade e fecundidade do parasitoide (SAMBO *et al.*, 2019).

Portanto se torna necessário cada vez mais entender as interações entre os fatores bióticos e abióticos em relação aos insetos. Um exemplo disso é descrito por Sambo *et al.* (2019), onde o manejo desses fatores no sistema produtivo pode promover o aparecimento de uma vespa parasitoide *Fopius caudatus Sz epligeti* (Hymenoptera: Braconidae), a qual parasita a mosca *Ceratitis*. Da mesma família dos Braconidae atualmente a vespa parasitoide *Doryctobracon areolatus*, vem sendo estudada para o controle das moscas-das-frutas (*Anastrepha fraterculus e Ceratitis capitata*), devido a eficácia de até 40% no parasitismo dessas moscas (EMBRAPA, 2020).

Dentre os fatores mencionados acima, estão as características do habitat que envolvem a disponibilidade de abrigo, água e alimento, temperatura e variações ambientais. Também está relacionado a densidade de plantas, a distância entre um habitat e outro, a predação, a competição e a aplicação de pesticidas que afetam as interações planta-herbívoro-inimigo natural. Portanto é importante que o ambiente seja manejado a favor do inimigo natural, sendo

que o sucesso depende do conhecimento das espécies vegetais e da composição da cadeia alimentar local (SAMBO *et al.*, 2019).

2.3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Segundo Paludo e Constabeber. (2012), os sistemas agroflorestais (SAFs), referem-se a sistemas de produção que consorciavam espécies frutíferas e madeiras com cultivos agrícolas, também em alguns casos, com animais em uma mesma área, e em uma sequência temporal. Esses sistemas podem ser divididos em categorias, conforme aspectos estruturais e funcionais sendo: sistemas silviagrícolas, sistemas silvipastoris ou sistema agrossilvipastoris. O primeiro, refere-se à combinação de uma ou mais espécies florestais com culturas agrícolas anuais ou perenes; o segundo sistema proporciona combinações de pastagens e animais com espécies arbóreas, e o terceiro faz associação de animais de pequeno porte com cultivos agrícolas e árvores em uma mesma área (PALUDO; COSTABEBER, 2012).

Em contexto agroecológico, o SAF tem por objetivo combinar agroecossistemas com os processos dinâmicos dos ecossistemas naturais, possibilitando diversificada produção de plantas e até mesmo animais, tornando-se um importante meio para combater a pobreza rural, garantir a segurança alimentar, conservar os recursos naturais e recuperar áreas degradadas (PALUDO; COSTABEBER, 2012). Estudos a partir de análises financeiras afirmam que consórcio entre espécies arbóreas, perenes e anuais possibilita rápida recuperação do capital investido com geração de renda a partir da comercialização de produtos madeireiros, agrícolas e/ou frutíferas (GAMA *et al.*, 2005).

Conforme resolução da Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (Política Nacional do Meio Ambiente), os sistemas Agroflorestais podem ser formas de recuperação de áreas degradadas e podem ser empregados em áreas de Reserva Legal (RL), Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas consolidadas, ou em Áreas de Uso Restrito (AUR) de declividade entre 25° a 45° (EMBRAPA, 2012).

Além disso, a implementação de estudos (entomo)faunísticos em sistemas agroflorestais auxiliam em análises de produção e de recuperação ambiental, demonstrando através de índices populacionais ou de riquezas de espécies se o sistema está sendo recuperado gradativamente. O monitoramento permite ainda estabelecer estratégias de manejo, seja para atrair inimigos naturais, ou repelir os insetos nocivos com adoção de consórcios de plantas respeitando o Código Florestal vigente (EMBRAPA, 2012), em outras palavras promovendo a chamada conservação pelo uso.

Nesse contexto, após a implementação de um Sistema Agroflorestal em áreas degradadas é necessário a realização de monitoramento, a fim de avaliar o processo de regeneração e o retorno econômico da área. Dentre as medidas adotadas de monitoramento estão: a realização de análise de solo, observar a dinâmica do SAF quanto ao crescimento, sanidade, período de floração e frutificação de espécies frutíferas, observar e caso necessário manejar áreas com incidência de insetos nocivos e doenças, entre outros (EMBRAPA, 2012).

2.4 MONITORAMENTO DA ENTOMOFAUNA

Um dos monitoramentos importantes a ser realizado após a implementação de um Sistema Agroflorestal é o da entomofauna local, pois segundo Wink *et al.* (2005), a identificação de insetos permite atuar preventivamente ou realizar remediações de impactos em diferentes ambientes. Adicionalmente como os insetos respondem as práticas de manejo no que se refere a diversidade e densidade através de grupos indicadores ecológicos potenciais, pode-se avaliar o nível de restabelecimento da diversidade e do equilíbrio ambiental de uma dada área (WINK *et al.*, 2005).

No entanto, os grupos de insetos nos agrossistemas podem variar com as práticas culturais ou por incidência de algumas espécies vegetais mais susceptíveis ou resistentes ao ataque e desenvolvimento dos insetos (WINK *et al.*, 2005). Estudos realizados em Sistemas Agroflorestais apontam que a diversidade da entomofauna nesses locais sofrem influência pelo tipo de área e suas características de desenvolvimento, estando mais presentes em áreas úmidas comparado aos ambientes áridos, pois a reprodução dos insetos é favorecida pela umidade e por temperaturas adequadas que favorecem a disponibilidade de alimento e abrigo (MACEDO JUNIOR; CASTRO, 2016). Silva *et al.* (2009) também destacam a composição florística, histórico de ocupação, forma, topografia e tamanho distintos de área, ocasionam mudanças nos padrões de composição da entomofauna. E fatores climáticos como incidência de chuvas ou épocas de seca modificam o hábito e comportamento dos insetos, assim como, o grau de desenvolvimento vegetal (DANTAS *et al.*, 2012). Dessa forma, o monitoramento da entomofauna deve sempre considerar os fatores bióticos e abióticos do sistema em análise, e da paisagem circundante.

O uso de armadilhas para captura de insetos é uma maneira fácil para obtenção de amostras, algumas podem atuar mais específicas, como é o caso das armadilhas etanoicas, outras podem ser mais abrangentes como os *stickies*, que são capazes de capturar em um determinado comprimento de onda. A cor amarelo atinge no máximo 520 nm e azul 440 nm

capazes de atrair insetos de diferentes ordens que tenham os receptores (BRISCOE et al., 2001). O álcool é capaz de mimetizar o odor liberado por extrativos voláteis de árvores estressadas, em virtude disso é capaz de atrair vários insetos nocivos da ordem coleóptera (ZANUNCIO JUNIOR *et al.*, 1993). Já as armadilhas caça-mosca são eficientes para captura da ordem díptera, podendo ser utilizado diversos tipos de atrativos.

2.5 CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico baseia-se na regulação de uma determinada população de organismos vivos através do uso de inimigos naturais, tendo como objetivo controlar insetos nocivos. Esse controle pode ser realizado através de parasitas, predadores, competidores, parasitoides e entomopatógenos (EMBRAPA, 2006), cada grupo apresentando suas características específicas.

Os parasitas causam a debilidade do inseto hospedeiro, induzindo a redução de sua reprodução, alimentação e desenvolvimento, alguns exemplos são os ácaros, nematoides e protozoários. Alguns predadores possuem veneno como é o caso das formigas, marimbondos e percevejos, eles normalmente são generalistas e alimentam-se de vários insetos durante sua vida. Os competidores competem com outros insetos e ácaros por fatores de sobrevivência, como alimento, abrigo, território. Os parasitoides causam a morte de seu hospedeiro quando estes vão mudar de fase, os mesmos possuem certo grau de especificidade e apresentam são prejudicados pela aplicação de inseticidas, um exemplo é a vespa *Trichogramma* sp que parasita lagartas de lepidópteros. Por fim, os entomopatógenos são capazes de causar doenças aos insetos e ácaros levando-os a morte, dentro desse grupo estão os vírus, bactérias e os fungos (PICANÇO, 2010).

Considera-se controle biológico por importação o método que consiste em buscar inimigos naturais de uma praga exótica (espécie invasora) em outras áreas geográficas distintas para introdução, liberação e estabelecimento na área onde a praga exótica foi introduzida, visando ao seu controle. Já o controle biológico aumentativo consiste na introdução de inimigos naturais de maneira artificial, nesse caso, o aumento é feito por liberações do agente de controle biológico por meio das táticas inoculativa e inundativa. Finalmente o controle biológico conservativo, que consiste em manejar o ambiente em favor do inimigo natural, introduzindo ou mantendo plantas na área que ofereçam abrigo ou alimento para que estes organismos possam manter densidade populacional suficiente para o controle dos insetos considerados danosos (JUNIOR; GUARUS, 2011).

Algumas vantagens do uso do controle biológico estão relacionadas a ausência de efeitos colaterais adversos ao meio ambiente; possui um alto nível de controle; ausência de efeitos prejudiciais ao homem, às plantas cultivadas, aos animais e a outros organismos benéficos, como as abelhas; a capacidade do inimigo natural se reproduzir no ambiente e o não desenvolvimento de resistência aos inimigos naturais. Uma das limitações é que a população hospedeira ou da presa, continuará a existir a um nível determinado pelas propriedades do hospedeiro, e o inimigo natural pelas propriedades do habitat, sendo importante o contínuo manejo do habitat ou do inimigo natural a fim de tornar mais eficaz o controle (FILHO.; MACEDO, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O monitoramento foi conduzido entre maio de 2019 a janeiro de 2020 no Sistema Agroflorestal da Universidade Federal de Santa Catarina, *Campus* de Curitibanos, nas coordenadas geográficas de Latitude: 27°28'69'' Sul e Longitude 50°53'31'' Oeste, com altitude média de 987 m. O clima é classificado segundo *Koepen* em Cfb subtropical úmido mesotérmico (WREGE *et al.*, 2011). Apresenta verão ameno, temperatura média anual de 16 a 17°C, precipitação média anual de 1.500 a 1.700 mm uniformemente distribuídas, sem estação seca e com presença de geadas severas e frequentes (EPAGRI, 2003).

A vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Mista também conhecida como Floresta de Araucárias, a qual caracteriza-se pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze como espécie emergente, formando agrupamentos em associação com outras espécies, em diferentes estágios sucessionais em paisagem intercalada por áreas úmidas ou áreas de banhados.

O Sistema Agroflorestal foi implantado nos anos de 2013-2015 em área de Reserva Legal do Campus Sede, a referida área possui um histórico anterior de extração seletiva de *Pinus* spp. e isso comprometeu a dinâmica da comunidade vegetal, que atualmente se encontra em estado de recuperação. Essa recuperação vem sendo estabelecida com enriquecimento e adensamento com espécies de interesse ecológico/econômico, na conformação de três arranjos ou composições: i) SAF – Frutíferas-Medicinais; ii) SAF – Bracatinga-Agrícolas; iii) SAF – Erva-Mate. Cada modelo possui três repetições e uma testemunha (Figura 1) que não apresentou alteração na sua composição, sendo um fragmento de sucessão florestal em estágio médio de regeneração.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos analisados foram os diferentes arranjos de composição de plantas dentro do SAF, sendo:

T1: SAF – Frutíferas-Medicinais: constituído predominantemente por espécies frutíferas da região: goiaba serrana (*Feijoa sellowiana* (Berg.) Burret); guabiroba (*Campomanesia*

xanthocarpa (Mart.) O. Berg) e araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) como frutíferas, e espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* (Mart. ex Reissek) Biral) como medicinal.

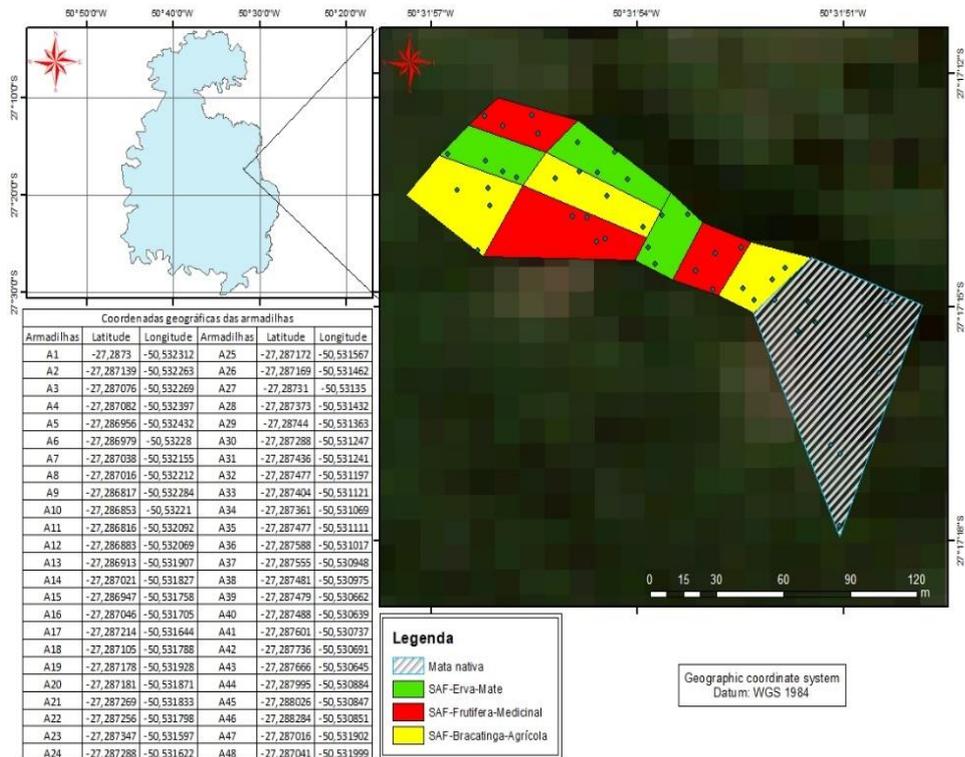
T2: SAF – Bracatinga-Agrícolas: constituído predominantemente pela bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) e araucárias (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze). Como cultura agrícola a cobertura de inverno com aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e Azévem (*Lolium multiflorum* Lam).

T3: SAF – Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* A. St.- Hil): predomina a erva-mate, sendo plantas jovens e adultas sob manejo produtivo.

Testemunha: Mata Nativa: área de mata com uma ampla composição de espécies.

Para cada arranjo foram instalados quatro tipos de armadilhas entomológicas, sendo *stickies trap* (azul), *stickies trap* (amarelo), armadilha alcoólica e armadilha caça-mosca caseira. Cada tipo de armadilha foi instalada em três repetições em cada arranjo, somando 12 armadilhas por arranjo, e totalizando 48 em cada coleta. As mesmas foram dispostas na área de modo que armadilhas iguais ficassem relativamente distante uma das outras e respeitando as bordaduras. Durante o período de monitoramento foram realizadas 10 coletas.

Figura 1- Mapa demonstrando os diferentes arranjos do Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitibaanos/UFSC.



Em amarelo está o arranjo (Bracatinga/Agrícolas), em verde (Erva-mate), em vermelho (Frutíferas/Medicinal) em preto/branco a testemunha (Mata-nativa). Os círculos no mapa representam as armadilhas entomológicas instaladas e na tabela a esquerda as coordenadas geográficas de cada armadilha. Fonte: Medeiros (2021)

3.3 AS ARMADILHAS

Para as armadilhas caça-mosca modelo McPhail e colebroca foram utilizadas garrafas PET com perfurações laterais e contendo líquidos atrativos. Está última também continha no bocal outro frasco de menor tamanho para depósito do álcool. Para a armadilha caça-mosca a solução atrativa foi composta por água, açúcar (10%) e detergente neutro. Nas armadilhas para colebroca o atrativo utilizado foi álcool 70%. As armadilhas caça-mosca foram preenchidas com 300 mL da solução e as colebroca 35 mL, respectivamente (Figura 2).

Também foram instaladas armadilhas *stickies trap* (chamadas também de cartão adesivo) nas cores amarelo e azul. Esse método de captura é caracterizado pela interceptação de vôo, sendo constituído por um septo transparente de vidro ou de folha de acetato (revestido com cola dos dois lados), e no interior do septo pode conter papel com cores atrativas (Cruz *et al.*, 2009). Os *stickies* utilizados foram confeccionados com cartolina e papel cartão de cores

azul e amarelo, de tamanho 10x24 cm, revestido com plástico adesivo transparente (*contact*), e como material adesivo foi utilizado mistura de breu e azeite na proporção de 8 para 6 colheres, respectivamente. As armadilhas foram suspensas em alturas entre 1,30 e 2,0 m dentro dos arranjos (Figura 2).

Figura 2- Armadilhas instaladas no Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC: Armadilha caça-mosca caseira contendo solução de água e açúcar (A). Armadilha para coleobrocas contendo no frasco inferior álcool 70% (B). Reposição de álcool em armadilhas (C). Armadilhas Sticky trap suspensas para aplicação da cola e posterior distribuição dentro dos arranjos (D). Armadilha *Sticky trap* amarela e seus respectivos insetos capturados (E).



Fonte: Autor (2019)

3.4 COLETAS

As coletas foram realizadas quinzenalmente no período entre maio de 2019 a janeiro de 2020, sendo cinco coletas no período de inverno e cinco coletas no verão, totalizando 10 coletas. Os insetos foram coletados e alocados em frascos contendo álcool 70%, levados para

o laboratório e identificados em nível de ordem, família e gênero em alguns casos com auxílio da bibliografia. Após cada coleta, as armadilhas e seu conteúdo atrativo eram repostos.

Após a coleta, os espécimes foram identificados e quantificados a nível de família por meio de Chave Taxonômica adaptada de ZUCCHI, R. A. (ESALQ/USP), sendo divididos em potenciais insetos nocivos e inimigos naturais de acordo a bibliografia. A identificação dos potenciais insetos nocivos da goiaba serrana, da bracatinga e da erva mate com referência em Rosa *et al* (2019), Carvalho (2003) e Embrapa (2000) respectivamente. Para os inimigos naturais utilizou-se como referência Silva (2013).

3.5 ÍNDICES AVALIADOS

Para estimar a diversidade das diferentes técnicas amostrais (coleobroca, caça-mosca, *sticky* azul e amarelo) e dos diferentes arranjos (erva-mate, bracatinga/agrícolas, frutíferas/medicinal e mata nativa) foram calculados os seguintes índices: Shannon-Wiener (H), Dominância de Simpson (D), Equitabilidade de Pielou (J), estes 3 índices são pertencentes ao grupo baseado na estrutura da comunidade e a Riqueza de Margalef (α) é um método baseado na contagem do número de famílias presentes.

- O índice de Shannon-Wiener (H) - é baseado no conceito de equidade (MORENO, 2001) e leva em conta não somente o número de táxons, mas também o número de indivíduos. Varia de 0 para comunidades com um único táxon até valores elevados para comunidades com muitos táxons (HAMMER, *et al.*, 2001). Calculado pela fórmula:

$$H' = \frac{\left[N \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i) \right]}{N}$$

H' = Índice de Shannon-Wiener

n_i = Número de indivíduos amostrados da mesma espécie.

N = número total de indivíduos amostrados.

S = número total de espécies amostradas.

ln = logaritmo de base neperiana.

- O Índice de Dominância de Simpson (1-D) - é inverso ao conceito de uniformidade ou equidade de uma comunidade em que leva em consideração apenas as famílias de maior importância. É atribuído maior riqueza para a população com maior número de categorias

em relação às outras (SILVA, 2010), variando de 0 (todos os táxons presentes em iguais quantidades) a 1 (um táxon domina completamente a comunidade). Representado por:

$$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^s n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

C = índice de dominância de Simpson;

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

- A Equitabilidade de Pielou (J) representa a uniformidade com a qual os indivíduos se distribuem entre os táxons presentes, variando de 0 a 1 (HAMMER *et al.*, 2001). Indicando se as diferentes famílias possuem abundância (número de indivíduos) semelhantes ou divergentes (GALLO *et al.*, 2002). Dado pela fórmula:

$$J = \frac{H'}{H \max.}$$

$H_{\max} = \ln(S)$.

J = Equabilidade de Pielou

S = número total de espécies amostradas.

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener.

- O índice de riqueza de Margalef (α) - combina o número de espécies (neste caso de famílias) com o número total de indivíduos. Alguns autores classificam para este índice valores maiores que 5,0 como indicador de grande biodiversidade e menores que 2,0 áreas de baixa diversidade (LEXEROD; EID, 2006).

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

S = número de espécies

N = número total de indivíduos

Para verificar a similaridade entre os arranjos determinou-se o índice de Jaccard, o qual indica a proporção de famílias compartilhadas entre duas amostras em relação ao número total (FERREIRA JUNIOR *et al.*, 2008). Para o dendograma gerado, o método de agrupamento

de dados utilizado foi o UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic Averages*) na qual utiliza as médias aritméticas não ponderadas das medidas de dissimilaridade.

Fórmula índice de Jaccard:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Onde:

a = número de espécies presentes no local A

b = número de espécies presentes no local B

c = número de espécies presente nos locais A e B

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de abundância das diferentes armadilhas obtidos nos arranjos nas duas épocas de avaliação (4 arranjos x 2 épocas) foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA), seguido do teste Tukey ($p < 0,05$).

Foi comparada a composição e estrutura da entomofauna entre as quatro composições florestais do SAF, e as diferentes técnicas amostrais (armadilhas), através de índices que podem ser subdivididos em riqueza e uniformidade, a citar: Simpson, Shannon-Wiener, índice de Margalef e Equitabilidade. Para avaliação das variáveis ambientais utilizou-se a correlação de Pearson juntamente com os dados extraídos da Estação Meteorológica da Área Experimental UFSC/ Curitibanos (CIRAM/EPAGRI).

As análises estatísticas foram realizadas com o programa Past 3.1 (HAMMER *et al.*, 2001) e BioEstat 5.0 (AYRES, 2007), com significância estatística de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 12.170 insetos no total, pertencentes a 13 ordens e distribuídos em 63 famílias (Tabela 1). A ordem díptera apresentou maior número de famílias coletadas (21), representando 33 % do total, seguido pela ordem himenóptera (19%) e coleóptera (17,5%). Com relação ao número de insetos capturados 39% destes pertencem a ordem díptera, 23% a ordem coleóptera e 19% himenóptera, sendo as ordens mais abundantes encontradas. Entre as famílias com maior número de indivíduos, podemos citar: Mycetophilidae (1037), Calliphoridae (1345), Formicidae (1620), Staphylinidae (1460). Já entre as famílias com baixa frequência de captura, podemos citar: Dolichopodidae, Psychodidae, Aphididae, Halictidae, Scelionidae, além das ordens Plecoptera e Dermaptera. O número de insetos capturados nos diferentes arranjos foi: 2,348 na mata-nativa, 3,135 na bracinga/agrícolas, 3,289 em frutíferas/medicinais e 3,398 na erva-mate. Além do menor número de insetos coletados a mata nativa apresentou a menor riqueza de famílias, sendo 53,57,56,55 respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1- Ordens, famílias e número de insetos capturados, através de diferentes tipos de armadilhas nos diferentes arranjos constituintes do Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC. Curitiba, SC.

Arranjos						
Ordens	Famílias	Mata Nativa	Bracatinga	Frutíferas	Erva-mate	Total geral
Diptera	Asilidae	4	5	4	3	16
	Calliphoridae	87	199	331	728	1345
	Cecidomyiidae	2	12	15	6	35
	Chironomidae	0	18	5	2	25
	Culicidae	35	9	42	18	104
	Dolichopodidae	0	1	0	0	1
	Drosophilidae	110	113	139	65	427
	Lonchoeidae	2	8	17	22	49
	Muscidae	104	119	348	117	688
	Mycetophilidae	211	286	252	288	1037
	Neriidae	6	9	12	4	31
	Otitidae	110	48	33	120	311
	Psychodidae	1	0	0	0	1
	Sarcophagidae	7	9	8	6	30
	Sciaridae	4	2	5	5	16
	Simuliidae	15	15	17	11	58
	Syrphidae	116	37	109	228	490
	Tabanidae	0	0	1	2	3
	Tachinidae	5	6	7	3	21
	Tephritidae	29	20	24	62	135
Tipulidae	7	1	2	3	13	
Hymenoptera	Apidae	5	34	17	25	81
	Braconidae	14	6	6	7	33
	Evaniidae	26	19	8	9	62
	Eulophidae	0	2	3	5	10
	Formicidae	361	450	529	280	1620
	Halictidae	0	0	1	1	2
	Ichneumonidae	11	10	18	20	59
	Pompilidae	1	2	3	4	10
	Pteromalidae	4	7	4	9	24
	Scelionidae	0	0	1	1	2
	Scoliidae	1	3	0	2	6
	Vespidae	93	105	145	90	433
Coleoptera	Bostrychidae	8	11	14	20	53
	Cantharidae	5	13	10	9	37
	Cerambycidae	34	36	38	47	155
	Chrysomelidae	62	67	69	75	273
	Coccinellidae	25	29	48	31	133
	Curculionidae	93	104	104	150	451
	Elateridae	5	12	25	18	60
	Nitidulidae	28	63	36	27	154
	Scarabaeidae	7	5	4	2	18

	Staphylinidae	117	811	237	295	1460
	Lampyridae	9	2	10	1	22
Lepidoptera	Geometridae	188	112	142	233	675
	Lycaenidae	0	1	0	0	1
	Noctuidae	12	14	9	21	56
	Nymphalidae	55	55	82	68	260
	Pyralidae	7	3	4	2	16
Hemiptera	Aleyrodidae	0	3	7	0	10
	Aphididae	1	1	0	1	3
	Cicadellidae	51	19	13	29	112
	Membracidae	63	24	11	6	104
	Reduviidae	1	2	1	0	4
Orthoptera	Tettigoniidae	3	0	1	0	4
Neuroptera	Chysopidae	147	137	253	160	697
Blattodea	Blattidae	25	37	42	43	147
	Kalotermitidae	10	4	6	2	22
Thysanoptera	Phlaeothripidae	14	9	5	7	35
	Thripidae	4	4	5	4	17
Plecoptera	NI	0	1	0	0	1
Psocoptera	NI	3	1	7	0	11
Dermaptera	Spongiphoridae	0	0	0	1	1
Total		2348	3135	3289	3398	12170

NI: famílias não identificadas

Fonte: autora (2021).

4.1 POTENCIAIS INIMIGOS NATURAIS E INSETOS NOCIVOS

Levando em consideração todos os métodos de coleta utilizados, houve incidência de famílias que possuem representantes ecologicamente classificados com base na literatura como inimigos naturais. Para o grupo de parasitoides, por exemplo, estão presentes no SAF as famílias: Braconidae, Ichneumonidae, Eulophidae, Pteromalidae, Scelionidae, Scoliidae, Evaniidae, Sarcophagidae e Tachinidae, totalizando 247 indivíduos. Dentre os predadores foram observadas as famílias: Reduviidae, Cantharidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Chrysopidae, Syrphidae, Dolichopodidae, Asilidae, Vespidae, Formicidae, Spongiphoridae, totalizando 4,892 insetos.

Os potenciais inimigos naturais representaram 42% dos insetos coletados. Evidenciados também por Fernandes *et al* (2013), que obteve 53,2% de inimigos naturais em área de sistema agroflorestral natural em bioma Mata Atlântica. A distribuição desses insetos nos diferentes arranjos foi: 937 no arranjo mata-nativa (pertencente a 16 famílias); 1,652 no arranjo bracatinga/agrícolas (18 famílias); 1,159 na erva-mate (18 famílias) e 1,391 em frutíferas/medicinais (17 famílias). Contudo, não houve diferença significativa entre os arranjos e a incidência de inimigos naturais ($F= 0.2494$, GL 83 e $p=0.8615$).

Em um ecossistema, o tamanho da população de insetos nocivos é determinado por uma série de fatores, dentre eles estão os fatores intrínsecos e extrínsecos de natureza biológica e física. Os fatores intrínsecos estão relacionados a taxa de reprodução, habilidade de migração, capacidade de adaptação a novos habitats, mecanismos de defesa, entre outros (SUJII *et al.*, 2020). Já as espécies competidoras e inimigos naturais (i.e. predadores, parasitoides e patógenos) são fatores extrínsecos de natureza biológica capazes de controlar populações, em alguns casos atuando independente da densidade; em outros momentos pode haver aumento da mortalidade em resposta a densidade das populações de insetos nocivos e de seu inimigo natural. O fato dos inimigos naturais serem capazes de responder a abundância de suas presas é fundamental para manter um estado de equilíbrio dinâmico (SUJII *et al.*, 2020). Tendo em vista essas informações, é possível que o sistema agroflorestral esteja próximo de um equilíbrio dinâmico no que se refere a sua comunidade de insetos.

Quanto ao total de potenciais insetos nocivos distribuídos em todos os arranjos avaliados (3,176), esses pertencem as famílias: Drosophilidae, Otitidae, Lonchoeidae, Tephritidae, Crysomelidae, Cerambicidae, Curculionidae, Elateridae, Phlaeothripidae,

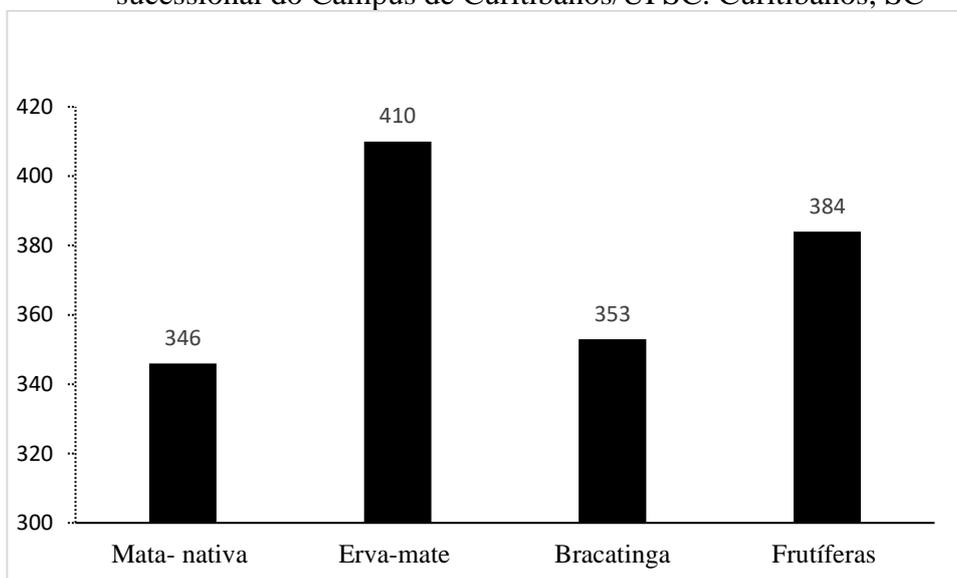
Formicidae Thripidae, Aleyrodidae, Aphididae, Membracidae, Cicadellidae, Tettigoniidae, Kalotermitidae, Geometridae, Lycaenidae, Noctuidae, Nyphalidae e Pyralidae.

Com relação aos arranjos observados nos SAF em estudo, segundo Rosa *et al.* (2019), os principais insetos nocivos para a Goiaba-serrana (*Feijoa sellowiana*), e outras frutíferas (especialmente mirtáceas) nativas da região, são: a mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) e o gorgulho-do-fruto *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). Para esse mesmo fruto, os insetos nocivos de menor importância estão os percevejo-rendado (*Ulotingis brasiliensis*) (Drake, 1922), as cochonilhas (*Planococcus citri*) (Risso, 1813), trips (*Pseudophilothrips* sp. Thysanoptera: Phlaeothripidae), a traça dos ponteiros (*Huacapia* n. spp., *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937), *Argyrotaenia fletcheriella* (Köhler, 1940), *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909), e *Clarkeulia excerptana* (Walker, 1963), ácaros *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) e outros besouros desfolhadores da família Chrysomelidae (*Paralauca dives* (Germar, 1824), *Maecolaspis* sp.). Também existem relatos de *Drosophila Suzukii* (Matsumura, 1931) (Diptera: Drosophilidae).

Para a o cultivo de bracinga, poucos insetos podem ser considerados nocivos, mas alguns destacados são: cochonilha-de-cera *Ceroplastes confluens* (Cockerell & Tinsley, 1898) (Homoptera: Coccidae), cochonilha *Tachardiella* sp. (Homoptera: Lacifferidae), mariposa *Hylesia* sp. (Lepidoptera: Hemileucidae), serrador-dos-galhos *Oncideres impluviata* (Germar, 1824) (Coleoptera: Cerambycidae) (CARVALHO *et al.*, 2003).

Da erva-mate destaca-se a broca ou corintiano *Hedypathus betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae), ampola-da-erva-mate *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer y Trelles, 1919), lagarta *Thelosia camina* (Schaus, 1920) (Lepidoptera: Eupterotidae), cochonilha-de-cera *Ceroplastes grandis* (Hempel, 1900) (Homoptera: Coccidae), broca-dos-ponteiros *Isomerida picticollis* (Bates, 1881) (Coleoptera: Cerambycidae), cigarrinhas e pulgões (Aphididae) (EMBRAPA, 2000). Levando em consideração as famílias destacadas acima e os principais cultivos do sistema agroflorestal, o número de potenciais insetos nocivos coletados em cada arranjo é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Total de insetos nocivos capturados em distintos arranjos do Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC. Curitiba, SC



Fonte: Autor (2021)

O número de potenciais insetos nocivos apresentou uma tendência maior no arranjo erva-mate, seguido dos arranjos frutíferas/medicinais, bracatinga/ agrícolas e mata nativa. Porém, não foi constatada diferença significativa entre o número de insetos nocivos e os diferentes arranjos ($F=0.05$, $GL=27$, $p=0.9825$).

Quando é considerada a proporção entre potenciais insetos predadores e potenciais insetos nocivos, essa foi de 3:1, nesse sentido podemos atribuir que as populações de insetos nocivos podem estar sendo controladas eficientemente pelas populações de insetos predadores, atingindo a situação “ideal”, em que o controle biológico apresentará sua condição de maior sucesso. Por outro lado, a relação entre potenciais parasitoides e potenciais nocivos foi de apenas 0,16:1. Mas não é possível afirmar que esta proporção está baixa, devido as técnicas de amostragens não serem as mais recomendadas para esse grupo específico de inimigos naturais.

Segundo Sujii *et al.* (2020), alguns parasitoides são inimigos naturais generalistas, e até o ano de 1990 representavam mais de 80% dos casos de sucesso no controle biológico, para mais de 120 espécies de insetos nocivos no mundo. O que indica que atenção especial deve ser dada a esse grupo, especialmente com a adoção de monitoramento específico.

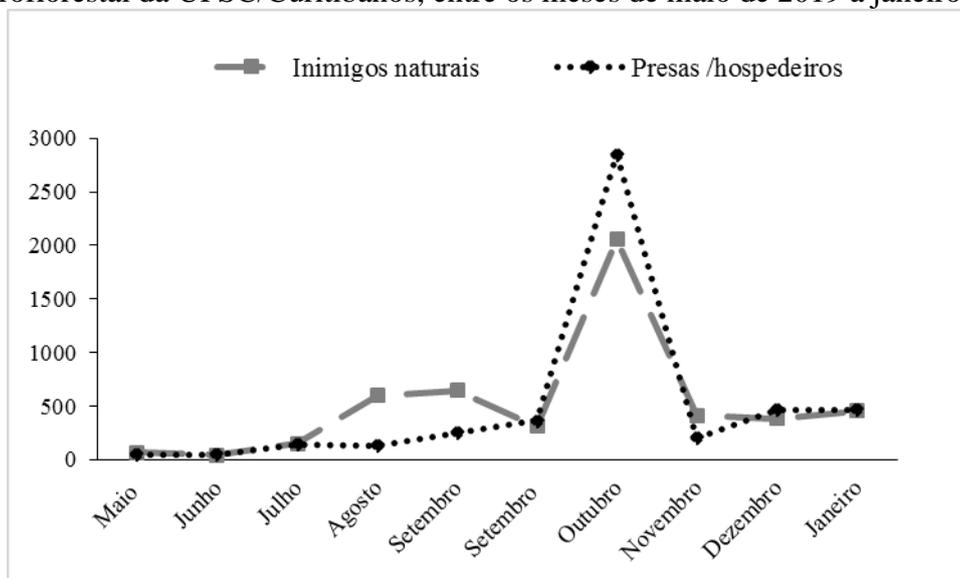
De acordo com Querino e Zucchi (2004), armadilhas elétricas de sucção (popularmente conhecido como aspirador entomológico) são eficientes para captura de parasitoides, especialmente do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). A rede entomológica de varredura também apresentou alta eficiência, capturando em média 28,84

parasitoides por minuto de varredura e 30 famílias no bioma Mata Atlântica (AZEVEDO; SANTOS, 2000). Esses dois métodos, são os mais eficientes para captura de parasitoides, segundo Azevedo *et al.* (2003). Entretanto, esses métodos não foram testados no sistema agroflorestal em estudo, o que pode justificar a baixa proporção de parasitoides capturados.

Com relação as épocas de coleta, em alguns meses do ano, os insetos inimigos naturais responderam a abundância de suas presas (Figura 4), havendo sincronismo entre as populações, sugerindo dessa forma um estado de equilíbrio dinâmico; essa capacidade de manter um ponto de equilíbrio entre as populações é conhecida como regulação populacional (SUJJI *et al.*,2020).

A regulação populacional está relacionada com cinco aspectos: (i) densidade e (ii) características dos insetos nocivos, (iii) densidade e (iv) características do inimigo natural e (v) característica do ambiente. As variáveis densidade de insetos nocivos e densidade de inimigos naturais são fundamentais para avaliar se a interação é dependente das densidades: resposta numérica e resposta funcional do predador. A resposta funcional está relacionada com o número de presas atacadas em função da densidade de insetos nocivos, e a resposta numérica com o crescimento populacional de inimigos naturais em função da densidade das presas (SUJJI *et al.*, 2020).

Figura 4 - Número de insetos inimigos naturais e presas/hospedeiros coletados no Sistema Agroflorestal da UFSC/Curitibanos, entre os meses de maio de 2019 a janeiro de 2020.



Fonte: Autor (2021).

Houve um aparente equilíbrio entre potenciais inimigos naturais e potenciais presas nos meses de maio, junho, julho, dezembro, janeiro e setembro (segunda quinzena). Nos meses de agosto, setembro (primeira quinzena) e novembro ocorreu decréscimo de presas e aumento

dos inimigos naturais. Somente no mês de outubro coletou-se maior número de presas em relação a inimigos naturais. A abundância das populações pode ser influenciada pelo clima, o que corresponde a correlação positiva entre a alta precipitação e a coleta de insetos, que será discutida posteriormente. A maior oferta de alimento com a chegada da primavera e o manejo realizados no SAF neste período, também podem influenciar na maior incidência de insetos nocivos. Dentre as ações de manejo realizadas está a poda de formação da erva mate em setembro e o plantio de mudas da mesma espécie em outubro.

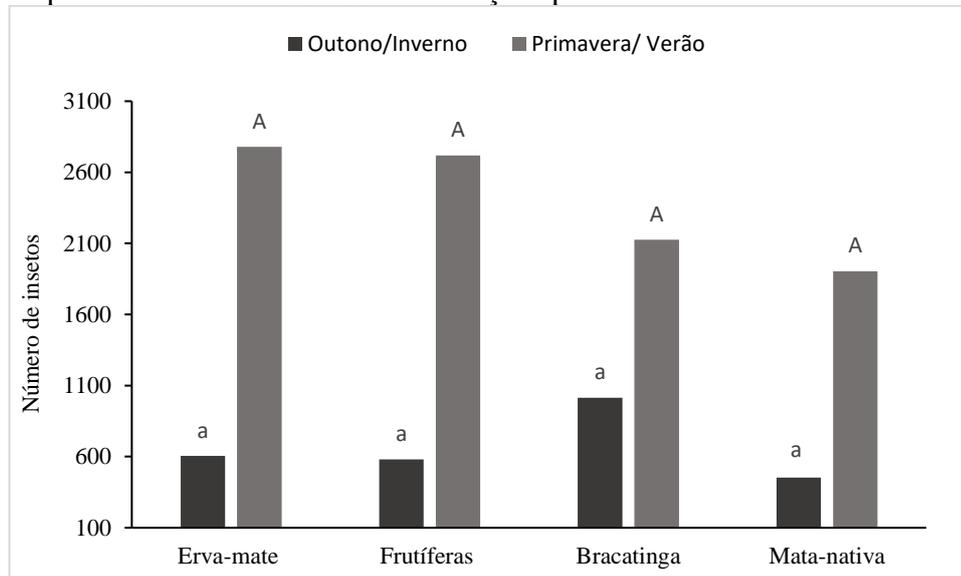
No desenvolvimento vegetativo a proporção de Nitrogênio absorvido pelas plantas tende a aumentar e o excesso pode ocasionar elevação de aminoácidos livres na planta, interferindo na maior incidência de insetos nocivos, pois, durante o crescimento vegetativo são altas as taxas de redução de nitrato e síntese de aminoácido nas folhas e como o aparelho digestivo desses insetos nocivos apresentam baixa capacidade de digestão, os mesmos conseguem dirigir em sua maioria apenas substâncias simples como é o caso dos aminoácidos (KIDD, 1985.; MARDGAN,2019.; ZANUNCIO JUNIOR *et al.*, 2018.; BREDEMEIR *et al.*,2000). Outros autores como, Feeny (1970) relatam que as folhas mais novas contêm níveis mais baixos de toxinas, além de serem mais macias e apresentarem maior conteúdo de nutrientes, sendo mais atrativas para os insetos.

4.2 SAZONALIDADE DE CAPTURAS: INSETOS COLETADOS NAS ESTAÇÕES OUTONO E INVERNO

Considerando dos dados obtidos não houve interação significativa entre os fatores arranjo e época do ano ($p=0,9198$), porém observou-se diferença significativa para o fator época do ano (primavera/verão) e (outono/inverno) ($p=0,0126$). Nas estações (outono/inverno) observou-se um menor número de insetos capturados, já nas estações (primavera/verão) o número de insetos capturados foi maior para todos os arranjos do sistema agroflorestral (Figura 5).

Nas duas estações outono/inverno (de 28 de maio a 16 de setembro), capturou-se um total de 2,654 insetos (Figura 5), sendo que o arranjo bracatinga/agrícolas teve tendência maior no número de insetos capturados (1,015) distribuídos em 35 famílias. Esse resultado, deve-se possivelmente as melhores condições para o desenvolvimento nesta época do ano, pois, segundo Pegoraro (1988), a bracatinga fornece pólen e néctar no inverno, sendo que a concentração média de açúcar no néctar pode chegar a 24,16% dependendo da espécie, tornando a planta uma importante fonte de alimento.

Figura 5- Total de insetos capturados em cada arranjo do Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC nas estações primavera/verão e outono/inverno.



Fonte: Autora (2021).

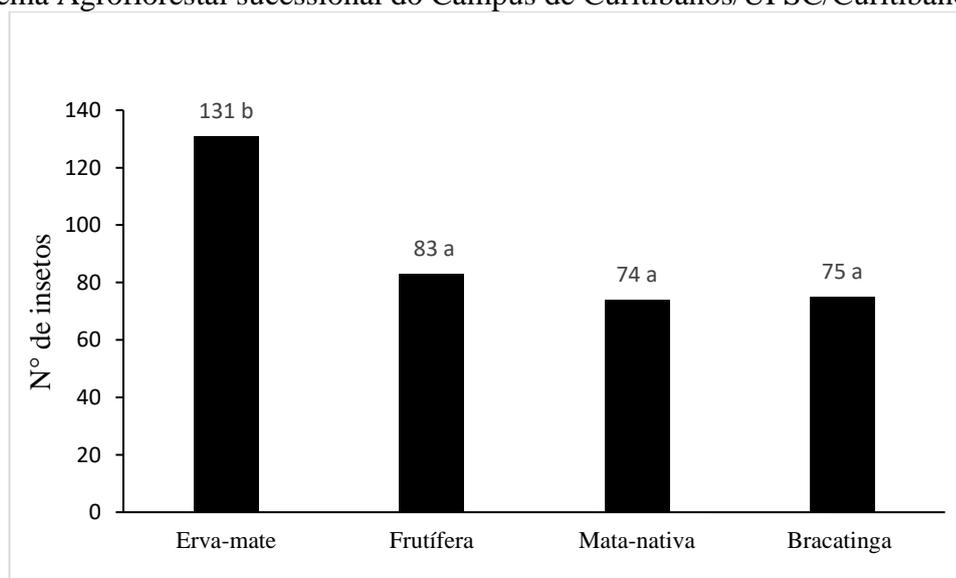
A família mais abundante no arranjo Bracatinga/Agrícolas foi Staphylinidae, com 709 indivíduos. A abundância de Staphylinidae, neste caso, está associada à diversidade de espécies que compõem essa família. Este grupo está entre os organismos mais comuns e importantes da fauna do solo, e são encontrados em quase todos os tipos de ecossistemas (BOHAC, 1999). Alguns estudos apontam uma maior incidência de Formicidae e Staphylinidae em locais em que o solo contém elevadas concentrações de potássio (K⁺) e Fósforo (P), além de serem frequentemente encontrados em locais que contém material orgânico (DUNXIÃO, 1999). Segundo guia prático para interpretações de análises de solo da Embrapa (2015), e a análise de solo realizada por Barbosa *et al.* (2016), alguns blocos constituintes dos arranjos Erva-mate, Frutíferas /medicinal e bracatinga/Agrícolas apresentaram valores acima de 60 mg dm⁻³ de K⁺ na camada de 0-20 cm, sendo interpretado como um valor alto. O valor de matéria orgânica foi acima de 3% em todos os blocos dos arranjos, representando alto valor.

Em seguida, as famílias Mycephilidae, Curculionidae e Formicidae tiveram maior ocorrência em todos os arranjos, com 356, 258 e 148 espécimes coletados, respectivamente. Os micetofílios são popularmente conhecidos como “moscas de fungos”, facilmente encontrados em ambientes úmidos e escuros, sendo comuns próximo a raízes de árvores e ambientes com água. Algumas espécies estão associadas com a decomposição de matéria orgânica vegetal, e algumas larvas se alimentam de micélio e esporóforos que penetram nas hifas. Essas condições

de umidade e ambiente escuro estão presentes de forma generalizada no sistema agroflorestral de estudo o que favorecem o aparecimento dessa família (OLIVEIRA; AMORIM, 2016).

Dentro da família Curculionidae, foram encontrados besouros da subfamília Scolytinae (Figura 6). Algumas espécies são consideradas brocas de tecidos de angiospermas e coníferas. O ciclo biológico desses besouros acontece dentro de árvores e devido aos hábitos alimentares foram divididos em dois grupos: besouros-da-casca e besouros-da-ambrosia. O primeiro constrói galerias entre a casca e o lenho das árvores e se alimentam do tecido vascular da planta, e o segundo grupo transporta para o interior da planta fungos xilomicetófagos que são cultivados e servem como alimento. Devido a isso, esses dois grupos estão entre os insetos mais prejudiciais da floresta (WOLLMANN *et al.*, 2017.; ABREU *et al.*, 1997), e encontraram-se em maior número no arranjo erva-mate.

Figura 6- Número de escolitíneos capturados na estação outono/inverno em cada arranjo do Sistema Agroflorestral sucessional do Campus de Curitiba/UFSC/Curitiba, SC



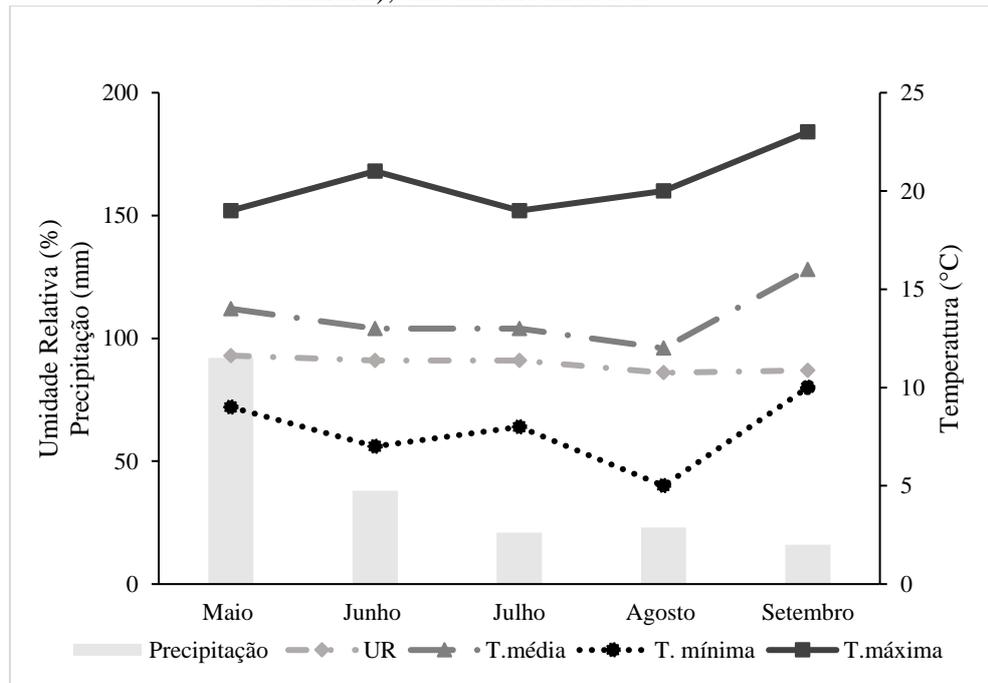
Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($p > 0,05$). Fonte: Autora (2021).

O período de maior incidência de escolitíneos foi no mês de setembro, devido as condições ambientais estarem ideais para atividade de voo desses insetos. Segundo Machado e Costa (2017) temperatura acima de 20°C, umidade relativa do ar entorno de 80% e baixa precipitação no período favorecem a captura dos mesmos.

A temperatura mínima entre as coletas variou entre -4,5°C a 6,3°C, enquanto a máxima variou de 23,5°C atingindo até 32,3°C em meados de setembro, período antecedente a início da primavera. A pluviosidade variou de 0 a 92 mm neste período, segundo INMET o inverno de 2019 foi marcado pela presença do fenômeno El Niño, trazendo chuvas acima da média no Sul

e temperaturas mais elevadas. O outono foi mais chuvoso devido ao repique do El Niño, e em função disso, em maio (1ª coleta) a precipitação atingiu 92 mm e as temperaturas média entre as coletas invernais variaram entre 12 a 16°C (Figura 7).

Figura 7- Precipitação (mm), temperatura mínima (°C), média (°C) e máxima(°C) e umidade relativa (UR%), no período de coletas outono/inverno (Maio a primeira quinzena de Setembro), em Curitibanos/SC.



Fonte: adaptado de EPAGRI/CIRAM; UFSC

Com o aumento das temperaturas em meados de setembro, período em que antecedeu a primavera, houve aumento esperado de número de insetos coletados e uma maior diversidade de famílias capturadas, entre elas se destacam: Membracidae e Aphididae, que tem ocorrência maiores em temperaturas mais altas (CREÃO DUARTE *et al.*, 2012). Trabalhos como de Creão Duarte *et al.* (2012), verificaram que a principal família botânica que hospedam membracídeos do bioma Caatinga é a Fabaceae, com 70,3% dos indivíduos coletados, sendo que a espécie *Mimosa tenuiflora* Wild, abrigou a maior riqueza. Portanto, a presença de plantas do gênero *Mimosa* sp juntamente com outros fatores podem ter contribuído para o aparecimento de espécies da família no sistema agroflorestal de estudo.

4.3 SAZONALIDADE DE CAPTURAS: INSETOS COLETADOS NAS ESTAÇÕES PRIMAVERA E VERÃO

Nas estações mais quentes do ano, primavera e verão (30 de setembro a 20 de janeiro), capturou-se um total de 9,547 insetos, sendo que o arranjo com maior tendência foi a erva-mate, o qual apresentou 2,779 artrópodes, com 50 famílias, representando 29% do total. Logo após a erva-mate, o arranjo frutíferas/medicinais totalizou 2,719 insetos e 52 famílias, (28,5%). O arranjo bracinga/agrícolas foi representado por 2,125 insetos e 51 famílias (22,3%); enquanto a mata- nativa por 1,904 insetos e 46 famílias (20%) (Figura 05).

A tendência de maior incidência de insetos nas áreas de erva-mate e frutíferas/medicinais, mesmo que não havendo diferença significativa, possivelmente se deu devido ao florescimento de plantas, como a goiaba serrana, o araçá e a erva-mate. Segundo Gressler (2005), a maioria das espécies de Mirtáceas florescem entre outubro a março e a erva-mate apresenta polinização entomófila sendo realizada por inúmeros insetos das ordens Himenóptera, Coleóptera, Hemíptera e Díptera. O florescimento dessa espécie ocorre entre os meses de outubro a dezembro, e a maturação dos frutos não é homogênea ocorrendo entre os meses de dezembro a abril dependendo das condições ambientais, como temperaturas altas e clima seco (ZANON, 1988).

Nessas estações, capturou-se maior número de insetos de todas as ordens, a citar os Dípteros. Segundo Nuorteva (1963), as moscas atuam como indicadoras de interferências humanas, devido a sua rápida resposta populacional e a maior sensibilidade ambiental, que interferem na ecologia desses insetos. A família mais abundante no arranjo erva-mate foi Calliphoridae da subfamília Mesembrinellidae; essa subfamília engloba moscas de hábito silvestre comumente encontradas em matas densas e úmidas, que se alimentam de matéria orgânica em decomposição, sendo os adultos considerados coprófagos (MELLO, 1967). Dessa forma, a subfamília Mesembrinellidae apresenta natureza assinantrópica, ou seja, estão relacionadas a ambientes silvestres. Portanto, podem ser potenciais indicadores de florestas preservadas, apresentando grande abundância e diversidade nestes ambientes (NUORTEVA, 1963).

Segundo Mello *et al.* (2009) em sistemas agroflorestais podem ser encontradas espécies assinantropicas (insetos que aparecem apenas em ambientes silvestres) e sinantrópicas (insetos capazes de habitar em ambientes antropizados). Outros autores também apontam que algumas espécies da subfamília Mesembrinellidae podem ser encontradas na Floresta Amazônica (ESPOSITO; CARVALHO, 2006) e na Mata Atlântica (GADELHA, 2009).

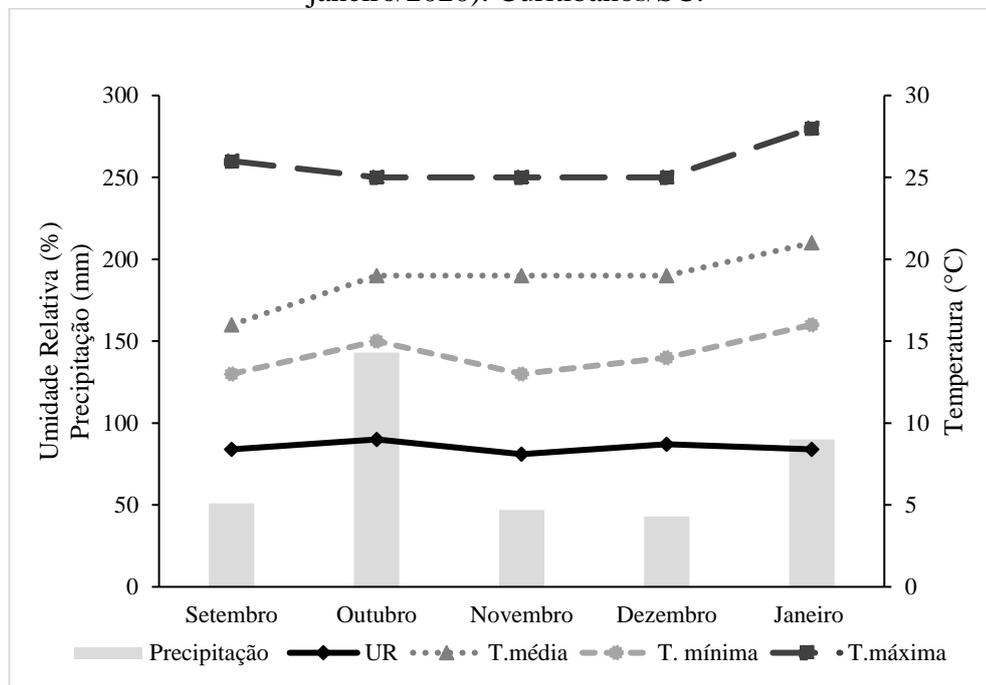
Devido ao potencial indicador, os mesembrinelíneos podem possibilitar conhecimento sobre impactos ecológicos na área de estudo, e ainda serem utilizados como método de avaliação de recuperação de áreas degradadas (GADELHA *et al.*, 2009). Sabendo disso, e ainda levando outros fatores em consideração, pode-se dizer que os arranjos do sistema agroflorestal de estudo estão progredindo quanto a recuperação dessa área anteriormente degradada. Também houve incidência da família Syrphidae que atuam como indicadores de qualidade ambiental, devido a facilidade de identificação e a alta diversidade de habitats exigidas pelas larvas (SOMMAGGIO, 1999).

Em seguida, as famílias Formicidae, Chrysopidae, Muscidae, Mycetophilidae e Syrphidae tiveram maior ocorrência em todos os arranjos, com 1,472, 697,658, 681, 488 insetos, respectivamente. Dentro de Formicidae foram encontrados 8 gêneros: *Acromyrmex*, *Camponotus*, *Solenopsis*, *Pseudomyrmex*, *Pheidole*, *Procryptocerus*, *Myrmelachista*, *Linepithema*. Dentre estes, se destaca o gênero *Camponotus* Mayr (1862), popularmente conhecidas como formigas carpinteiras, comumente encontradas em troncos de árvores vivas ou mortas, local que fazem seus ninhos e se alimentam de carcaças de insetos, nectários extraflorais e *honeydew* de hemípteros sugadores (GONÇALVES *et al.*, 2014).

A família Chrysopidae é eficiente para o controle biológico, sendo as larvas predadoras de afídeos, e os adultos podem ter hábito predador ou se alimentar de néctar, pólen ou de *honeydew* (CARDOSO, 2003). São insetos comumente encontrados em diversos agroecossistemas e em ambientes naturais, apresentando grande plasticidade ecológica (FREITAS, 2001). A longevidade dos adultos pode variar de 80 a 82 dias, dependendo das condições de temperatura, umidade relativa, luz, qualidade e quantidade do alimento consumido (FREITAS, 2001).

Nesse período de coleta (primavera/verão), a temperatura mínima variou 8,4 a 19,5°C; a máxima variou de 15,3 a 33,4°C e a média de 18 a 21°C; enquanto a pluviosidade foi de 0 a 143,4 mm (Figura 8). Dentre as famílias que só apareceram nas estações mais quentes, destacam-se: Calliphoridae, Neriidae, Otitidae (Díptera); Cantharidae, Elateridae, Scarabeidae e Lympyridae (Coleóptera), além das ordens Neuroptera, Psocodea, Dermaptera e Isoptera.

Figura 8- Precipitação (mm), temperatura mínima (°C), média (°C) e máxima(°C) e umidade relativa (UR%), no período de coletas de primavera/verão (Segunda quinzena de setembro a janeiro/2020). Curitiba/SC.



Fonte: adaptado de EPAGRI/CIRAM; UFSC

A alta pluviosidade durante algumas coletas, embora não esperado, apresentou correlação positiva e favoreceu a captura de insetos (Tabela 2). Dentre as ordens com maior incidência de insetos coletados em períodos de maior pluviosidade foram: dípteros, himenópteros, lepidópteros e coleópteros. Esse aumento populacional de insetos capturados também foi constatado por Sarmiento (2017) na qual coletou maior abundância dessas ordens no período chuvoso. Segundo Rodrigues (2004) a maior flutuação populacional é devido a época de maior disponibilidade de alimento, sendo um fator crucial no desenvolvimento, distribuição e abundância dos mesmos. Também é comum esse aumento populacional de insetos nos trópicos, após as primeiras chuvas no final da estação seca, nos meses de setembro e outubro (SILVA *et al.*,2011).

Tabela 2- Correlações entre a quantidade de insetos capturados e as temperaturas mínima, máxima, média, umidade relativa e pluviosidade média, segundo Coeficiente de Correlação de Pearson, em Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC. Curitiba/SC.

Variável	Média	Correlação (r)	P
Temperatura mínima	10,6	0,4405	0,2025
Temperatura máxima	23,1	0,5652	0,0886
Temperatura média	16,3	0,4392	0,2041
Umidade Relativa	87,4	0,1272	0,7261
Pluviosidade total	229	0,7379*	0,0148

Os valores não significativos para as correlações relacionadas as temperaturas média, máxima e mínima também foram evidenciados por Murari (2005) em estudo realizado em povoamento de acácia-negra. Segundo o autor as coletas quinzenais dificultam a correlação entre captura de insetos e fatores climáticos, devido ao período prolongado do início ao fim da coleta e a amplitude térmica variável nesse intervalo entre coletas.

4.4 ANÁLISE COMPARATIVA DA DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA EM FUNÇÃO DA TÉCNICA DE AMOSTRAGEM

Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre as armadilhas utilizadas ($F= 6,953$, $GL = 243$, $p<0,001$). As armadilhas colebroca, *sticky* azul e *sticky* amarelo diferem da armadilha caça-mosca (Tabela 3). A armadilha caça mosca, neste caso capturou maior número de insetos, principalmente das ordens díptera e lepidóptera. O que justifica sua melhor média, mas como são armadilhas com objetivos diferentes, não é possível afirmar que uma é mais eficiente que a outra, pois, capturam grupos distintos de insetos.

Tabela 3- Média do número de insetos capturados (\pm desvio padrão) com diferentes armadilhas entomológicas no Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC. Curitiba/SC.

Armadilhas	Média
Caça-mosca	120,31 \pm 262 b
<i>Sticky</i> Azul	7,55 \pm 19 a
<i>Sticky</i> Amarelo	10,57 \pm 23 a
Colebroca	33,54 \pm 167 a

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Levando em consideração os dados das diferentes armadilhas e os índices de diversidade, o índice de Shannon-Wiener (H) foi (H= 2,85) na armadilha *sticky traps* amarela, posteriormente a armadilha caça-mosca apresentou índice de (H= 2,729), o *sticky traps* azul (H= 2,712) e colebroca (H= 1,487). Essa variação pode estar relacionada a especificidade do álcool em atrair diversas espécies de coleobrocas degradadores de madeira devido ao odor do etanol se assemelhar com alguns compostos voláteis de árvores estressadas (PELENTIR, 2007; SOUZA *et al.*, 2016). Já os *stickies* amarelos podem atrair insetos que possuem receptores para comprimento de onda em torno de 520 nm, (BRISCOE; CHITTKA, 2001). Isso explica a diversidade de 2,85, mesmo não apresentando diferença significativa comparada a outras armadilhas (*Sticky* azul e caça-mosca).

Tabela 4- Índices de diversidade de Shannon- Wiener-H, Dominância de Simpson- D, Equitabilidade-J, Riqueza de Margalef para diferentes tipos de armadilhas instaladas em Sistema Agroflorestal sucessional do Campus de Curitiba/UFSC. Curitiba/SC.

Índices	Caça-mosca	Colebroca	<i>Sticky</i> Azul	<i>Sticky</i> Amarelo
Shannon- Wiener-H	2,729 a	1,487b	2,712 a	2,85 a
Dominância de Simpson1-D	0,9068 a	0,5816 b	0,8713 a	0,9018 a
Equitabilidade- J	0,6975 a	0,3979 b	0,7569 a	0,7952 a
Riqueza de Margalef	5,505 ab	5,378 b	5,706 a	5,41 ab

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os índices de dominância de Simpson (1-D) e Equitabilidade (J) seguiram o mesmo padrão do índice de Shannon. Apenas a armadilha para colebroca apresentou diferença significativa, demonstrando maior dominância e menor homogeneidade. Estes índices são influenciados por fatores como a especificidade da armadilha, e a homogeneidade ambiental,

visto que, a heterogeneidade gera maiores condições de recursos alimentares e de habitats (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Assim, a heterogeneidade estrutural na vegetação é capaz de aumentar a riqueza local devido a sua influência sobre fatores abióticos (HARVEY *et al.*, 2008). A variação no índice de equidade obtido para as armadilhas mostra que essas não atuam de maneira uniforme, podendo ser coletados maiores ou menores números de insetos a depender das condições ambientais. Todas as técnicas obtiveram índice de riqueza de Margalef acima de 5, indicando grande biodiversidade e as armadilha *sticky* azul, caça mosca e *sticky* amarelo capturaram maior riqueza de famílias.

4.5 ANÁLISE COMPARATIVA DA DIVERSIDADE E ABUNDÂNCIA EM FUNÇÃO DO ARRANJO

De forma geral, os diferentes arranjos não diferem significativamente entre si (F=0,338, GL = 251, p=0,7974), mas alguns índices diferiram estatisticamente. O índice de diversidade de Shannon foi (H=3,171) para área de mata-nativa, H= 3,018 frutíferas/medicinais, H=2,93 erva-mate e H=2,831 bracatinga/agrícolas (tabela 5).

Tabela 5- Riqueza de famílias, índices de diversidade de Shannon- Wiener-H, Dominância de Simpson- D, Equitabilidade-J, Riqueza de Margalef para os diferentes arranjos.

Índices	Bracatinga	Erva-mate	Frutíferas	Mata-nativa
Riqueza de famílias	57	55	56	53
Shannon- Wiener-H	2,831 c	3,000 bc	3,018 bc	3,171 ab
Dominância de Simpson1-D	0,8899 a	0,9139 ab	0,9263 ab	0,9388 bc
Equitabilidade- J	0,6971 c	0,7279bc	0,7465 bc	0,795 ab
Riqueza de Margalef α	7,079 a	6,763 a	6,912a	6,825a

Médias na mesma linha, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

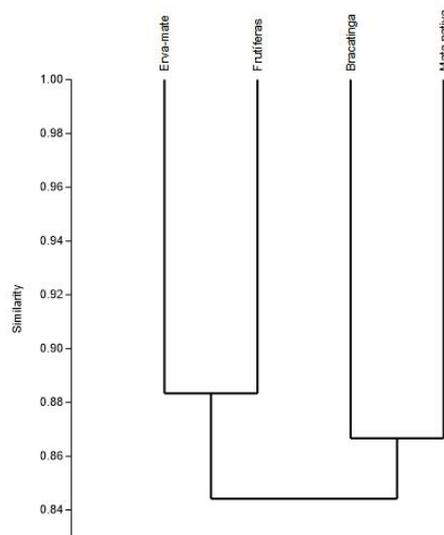
Os arranjos bracatinga/agrícola, erva-mate e frutíferas/medicinal apresentaram índices de Diversidade de Shannon, Dominância de Simpson e Equitabilidade similares. Apenas os arranjos, mata nativa e bracatinga/agrícolas diferiram estatisticamente para estes índices. Para o índice de Riqueza de Margalef, o arranjo bracatinga teve tendência maior ($\alpha= 7,079$), no entanto, não diferiu dos demais arranjos.

Pode ser observado que para o arranjo bracatinga/agrícolas os índices seguiram tendência menor para a Dominância de Simpson e maior para Riqueza de Margalef, no entanto, este comportamento entre os índices é um fato esperado, visto que quanto maior a riqueza menor tende a ser a dominância (KANIESKI *et al.*, 2010).

Essa aparente homogeneidade dos diferentes arranjos pode estar relacionada com alta abundância de plantas da flora regional e as diferenças de idades e tamanhos das plantas constituintes do SAF, que acabam influenciando na diversidade de insetos (THOMAZINI, 2000). Outro fator pode estar relacionado a área, por possuir apenas 800 m² facilita a dispersão de insetos, em períodos em que a presença de alimento e abrigo sofre interferência em um dado arranjo. A ausência de tratamentos fitossanitários no próprio SAF e nas proximidades também favorecem uma riqueza uniforme entre os diferentes arranjos, como citado por Oliveira (2015), em que verificou a maior riqueza em ambiente natural comparado a ambiente antropizado e agrícolas.

Conforme os dados obtidos no SAF, o mesmo apresenta riqueza de insetos igualmente distribuída entre os arranjos. Quando representada em dendrograma a similaridade entre os arranjos, foi obtido um coeficiente de correlação cofenética igual a 0.9089, e coeficiente de similaridade mínima de 0.8286. Para alguns autores, similaridade acima de 50-60% é considerada alta (FELFILI *et al.*, 1994).

Figura 9- Dendrograma gerado a partir do índice de similaridade de Jaccard entre os arranjos Bracatinga/agrícolas, mata nativa, frutíferas/medicinal e erva-mate constituintes de sistema agroflorestal sucessional do campus de Curitiba/UFSC. Curitiba/SC.



Fonte: Autora (2021)

No dendrograma houve a formação de dois grupos, neste caso um composto pelos arranjos bracatinga/mata nativa, e outro por erva mate/frutíferas. Essa formação pode estar relacionada ao manejo da área, tendo em vista que os arranjos erva-mate e frutíferas/medicinal

vem sendo mais manejadas por meio de podas. Assim as intervenções humanas podem atuar sobre uma comunidade de insetos.

4.6 RECOMENDAÇÕES DE MANEJO PARA MANUTENÇÃO DA ÁREA

A alta similaridade entre os arranjos está interligada com a oferta de alimento e abrigo. Portanto, para manter e ampliar a riqueza de entomofauna, dentro dos arranjos, pode-se introduzir plantas adaptadas ao clima da região que ofertem recursos alimentares aos insetos nas diferentes estações do ano. Algumas plantas recomendadas são: Cerejeira (*Prunus sp*) com floração de julho a agosto; Caliandra (*Callistemon viminali* (Sol. ex Gaertn.) G. Don) período de floração entre o inverno e início da primavera; Língua-de-tamanduá (*Miconia sellowiana* Naudin) que floresce entre agosto a outubro; Ingá-do-brejo (*Inga vera* Willd) que floresce entre os meses de agosto e setembro e tem grande potencial de atrair insetos (NISHIDA *et al.*, 2014). Arbustos como, *Escallonia illinita* (C.Pres) também são indicados, tendo floração entre os meses de dezembro a abril, quando ocorre baixa oferta de pólen e néctar (PEGORARO, 2003).

Tabela 6- Períodos de florescimento de espécies potenciais para enriquecimento (em tons de azul) e para adensamento (em tons amarelado) de Sistema Agroflorestal Sucessional do Campus de Curitiba/UFSC, Curitiba/SC.

PLANTAS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Prunus sp</i>							■	■				
<i>Callistemon viminali</i>						■	■	■	■			
<i>Miconia sellowiana</i>								■	■	■		
<i>Inga vera</i>								■	■			
<i>Escallonia illinita</i>	■	■	■	■	■							■
<i>Acca sellowiana</i>	■									■	■	■
<i>Mimosa scabrella</i>						■	■	■	■			
<i>Ilex paraguariensis</i>									■	■	■	■
<i>Psidium cattleianum</i>										■	■	■

Fonte: Autora (2021)

Outro fator de grande importância para alguns insetos é a presença de serapilheira (matéria orgânica - MO) (BRITO *et al.*, 2019). Segundo Barbosa *et al.* (2016), os quatro arranjos do SAF apresentaram valor de matéria orgânica (g.kg¹) similares, portanto, o fato de manter o teor de MO do solo em arranjos de maior ataque de insetos nocivos favorece a ocorrência de famílias de inimigos naturais, a exemplo dos estafilínídeos (Staphylinidae) e das formigas (Formicidae). Uma técnica que pode ser empregada para melhoria da qualidade do solo e o aumento/manutenção da matéria orgânica é a rotação de plantas de cobertura, sendo,

no primeiro ano aveia/azevém semeados no inverno, e no segundo ano *Crotalaria* sp. e trigo mourisco ou outra leguminosa no verão.

Como não é possível afirmar que a proporção de insetos parasitoides coletados é baixa, devido as técnicas de amostragem não serem as recomendadas, mas sabendo da eficiência de até 80% dos casos de controle biológico, seria salutar manter ou promover esse grupo de insetos. Algumas plantas estudadas por Resende *et al.* (2010) apresentaram melhores respostas na atração de himenópteros parasitoides, dentre elas se destacam o coentro e o funcho tendo maior riqueza, abundância e constância nos dados

Outros trabalhos demonstram que o consorcio de plantas de Ingá com cafeeiro reduzem significativamente a população de insetos nocivo da cultura, a exemplo, o bicho mineiro e a broca do café. Esse fato se deve ao aumento do número de insetos inimigo naturais como as vespas e formigas predadoras, parasitoides, crisopídeos, tripses predadores, entre outras. Isso ocorre devido a presença de nectários extraflorais (estruturas secretoras de néctar encontradas fora das flores) no ingá, o qual atraem inimigos naturais (EPAMIG, 2021).

Outro meio de manutenção de insetos através do controle biológico conservacionista é o uso de *sprays* alimentares artificiais, estes são empregados em casos de escassez de alimentos derivados de plantas (pólen, néctar, néctar extra-floral ou melada). Esses *sprays* artificiais são compostos de ingredientes ricos em carboidratos, e/ou proteínas em formulação líquidas sendo aplicados diretamente nas folhas com uso de pulverizador (WADE *et al.*, 2008). Autores, como Franca *et al.* (2009) indicam o uso de sacarose em concentração de 5% aumentam o tempo de pouso dos insetos nas folhas quando testados e comparados com outros atrativos alimentares como: mel (10%), melado (10%), suco de uva (30%), suco de laranja (30%), proteína hidrolisada (5%), vinagre de vinho (10%).

O fornecimento deste alimento pode, além de aumentar o número de inimigos naturais, encorajar a imigração destes para áreas que contêm insetos nocivos; ou desencorajar a emigração de áreas contendo insetos nocivos; aumentar as taxas de reprodução e diminuir as mortes. Uma limitação para esse método é que além de atrair inimigos naturais esta suplementação alimentar artificial também pode atrair insetos nocivos (WADE *et al.*, 2008)

O uso de *spray* alimentares podem atrair diferentes grupos taxonômicos de insetos inimigos naturais, sendo que espécies cuja biologia é dependente de alimentos derivados de plantas tem maior probabilidade de responder positivamente a pulverização desses atrativos, a exemplo os himenópteros adultos parasitas (WADE *et al.*, 2008).

5 CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo mostram que não houve diferença significativa entre os arranjos de plantas, havendo alta similaridade entre as áreas. Com base nos parâmetros avaliados, esse resultado torna inválida a hipótese inicial de a composição diferenciada dos arranjos influenciaria a composição da comunidade de insetos capturados.

A incidência de insetos bioindicadores de qualidade ambiental (a exemplo das famílias: Shyrphidae, Mesembrinellidae, Staphylinidae), indica uma positiva recuperação da área considerada anteriormente ao estabelecimento do SAF como degradada.

As diferentes técnicas de amostragem atuaram eficientemente no Sistema Agroflorestral, com destaque para a armadilha caça mosca que capturou maior número de indivíduos, podendo ser recomendada para o controle massal desse grupo de insetos. A alta pluviosidade em alguns períodos favoreceu a captura de insetos, apresentando correlação positiva. Na maioria dos meses durante o período de coleta houve sincronia entre insetos inimigos naturais e presas/hospedeiros.

A maior diversidade e quantidade de insetos capturados foi nas estações mais quentes do ano, não deferindo entre arranjos. Igualmente no inverno não houve diferença significativa entre os arranjos, todavia o arranjo bracatinga/agrícolas apresentou uma tendência maior com relação a abundância de insetos, devido principalmente a florada da bracatinga. Esse resultado, sugere a implementação de estratégias de manejo voltadas a introdução de espécies de plantas com diferentes épocas de floração, fornecimento de alimento artificial e melhoria na matéria orgânica do solo, sendo fatores importantes para promover a permanência de insetos, especialmente os benéficos, nos arranjos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Raimunda L. S.; FONSECA, Cláudio R. V.; MARQUES, Eli N.. Análise das principais espécies de Scolytidae coletadas em floresta primária no estado do Amazonas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 3, p. 527-535, 1997.
- AGUIAR-MENEZES, Elen. L.; MENEZES, Eurípedes. B. Bases Ecológicas das Interações entre Insetos e Plantas no Manejo Ecológico de Pragas Agrícolas. **Agroecologia: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica Sustentável. Brasília**, p. 323-339, 2005.
- ALTIERI MA, NICHOLLS C. Agroecologia: Teoria y Aplicaciones para una Agricultura Sustentable. **Alameda**. p. 257, 1999.
- AZEVEDO, Celso. O.; CORRÊA, M.S.; GOBBI, F.T.; KAWADA, R.; LANES, G.O.; MOREIRA, A.R.; REDIGHIERI, E.S.; SANTOS, L.M.; WAICHERT, C. Perfil das famílias de vespas parasitóides (Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa, ES, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Santa Teresa, n.16, p.39-46, dez. 2003.
- AYRES, Manuel. **BioEstat**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Belém, PA, 2007.
- AZEVEDO, Celso O.; SANTOS, Hélio S. Perfil da fauna de himenópteros parasitóides (Insecta, Hymenoptera) em uma área de Mata Atlântica da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, ES, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, Santa Teresa, v.11, n.12, p.117-126, jun., 2000.
- BARBOSA, Jânio S. *et al.* Eletroquímica e carbono orgânico de um cambissolo húmico no planalto catarinense sob sistema agroflorestal. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v.17, n.2, p.49-56, 2016.
- BERTIN, V.M. **Flutuação populacional de degradadores da madeira em função da altura de coleta**. Rio de Janeiro, 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- BEZERRA, Carlos. E. S *et al.* Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae): aspectos biológicos, potencial de utilização e perspectivas futuras. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 1-5, 2009.
- BOHAC, Joroslav. Staphylinid beetles as bioindicators: Invertebrate Biodiversity as Bioindicators of Sustainable Landscapes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. p. 357-372, 1999.
- BRANCO, R.T.P.C.; PORTELA, G.L.F.; BARBOSA, O.A.A.; SILVA, P.R.R.; PÁDUA, L.E.M. Análise faunística de insetos associados à cultura da cana-de-açúcar, em área de transição floresta amazônica– cerrado (mata de cocal), no município de União–Piauí–Brasil. **Ciências Agrárias**, v.31, n.01, p.1113-1120, 2010.
- BRECHELT, Andrea. **Manejo Ecológico de Pragas e Doenças**. Santa Cruz do Sul : Fundação Agricultura e Meio Ambiente, 2004. 33 p.

BREDEMEIR, Christian.; MUNDSTOCK, Claudio M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência. Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BRISCOE, Adriana D.; CHITTKA, Lars. The evolution of color vision in insects. **Annual Review Of Entomology**, v. 46, n. 1, p. 471-510, 2001.

BRITO, Evellyn G. *et al.* Comunidades da família Staphylinidae (Coleoptera) em horto de plantas medicinais e aromáticas. In: **V CONBRAAF Congresso Brasileiro de Fitossanidade Desafios e Avanços da Fitossanidade**, Curitiba, 2019.

BROOKFIELD, Harold. **Exploring agrodiversity**. New York: University Press, 2001

CAMARGO, Amábilio J.A. **Diversidade de insetos em áreas cultivadas e reserva legal: Considerações e recomendações**. Embrapa Cerrados , Planaltina, DF, 2001.

CAPORAL, Francisco R.; COSTABEBER, José A. **Agroecologia e Extensão Rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre, 2004.

CARDOSO, Josiane. T. *et al.* Ocorrência e flutuação populacional de Chrysopidae (Neuroptera) em áreas de plantio de Pinus taeda (L.)(Pinaceae) no Sul do Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 3, p. 473-475, 2003.

CARVALHO, Paulo. Ernani R. **Cultivo da bracatinga**. Embrapa florestas, 2003. Disponível em [:https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Bracatinga/CultivodaBracatinga/14_principais_pragas_e_doencas.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Bracatinga/CultivodaBracatinga/14_principais_pragas_e_doencas.htm). Acesso em: 08 junh 2021.

COELHO,G.C. **Sistemas Agroflorestais**. São Carlos: Editora RiMa, 2012. 204 p.

CORREIA, R.G *et al.* Flutuação populacional de Rhynchophorus palmarum L.(Coleoptera: Curculionidae) em plantios de palma de óleo em Roraima. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 2, p. 130-134, 2015.

CREÃO-DUARTE, Antonio J. *et al.* Diversidade de membracídeos (Hemiptera, Membracidae) e sobreposição de recursos tróficos em área do semi-árido. **Iheringia, Série Zoolgia**. Porto Alegre,RS, p.453-458, 2012.

CRUZ, Aline Helena. S.; OLIVEIRA, Elaine F.; FREITAS, Rafael A.;SOARES Joana H.;CAVASIN, Glaucia Maria. **Manual simplificado de coleta de insetos e formação de insetário**. (Ficha Técnica), UFG, 2009.

CUOZZO, M.D.; LUIZ,I.C.;FIEIRO-COSTA,M.S. **Variação na abundancia de insetos capturados com armadilha malaise em região de cerrado ao sul de Minas Gerais**. In: X Congresso de Ecologia do Brasil, 16 a 22 de setembro de 2011, São Lourenço, MG, 2011 p.1-2.

DANTAS, J.O.; SANTOS,M.J.C.;SANTOS,F.R.;PEREIRA,T.P.B. *et al.* Levantamento da entomofauna associada em sistema agroflorestal. **Scientia Plena**, v.9, n.44, 2012.

DIAS, Leonice S; SILVA, Jean F. A. Ocorrência de Muscidae (Diptera, Insecta), como indicadores da qualidade ambiental, em Teodoro Sampaio. **Colloquium Vitae**, v. 4, 2012.

DUNXIÃO, Hu. *et al.* Relationship between soil arthropods and soil properties in a Suburb of Qianjiang City, Hubei, China. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.18, n.3, p.467-473, 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Solos do Estado de Santa Catarina. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, n.46, 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Pragas quarentenárias**. Brasília, 2005. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_116_24112005115225.html . Acesso 25 agost 2019.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas agloflorestais (SAFs)**. 2004.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Código Florestal: adequação ambiental da paisagem rural**. Brasília, 2012.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Controle Biológico**. (Folder). Brasília, 2006. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355163/1994475/fold06-08_controleBiologico.pdf/71cf43ce-0f8e-46da-ac5a-4c76688170e5 . Acesso em 27 mar 2020.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa. **Vespas nativas são usadas para controlar mosca-das-frutas**. 2020. Disponível em :> https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/50327938/vespas-nativas-sao-usadas-para-controlar-mosca-das-frutas?fbclid=IwAR0hyte2vPKh1C_vpGfBUhJdFJTNmklRd3iatnINGl_uDazLxjOtYPlnTc. Acesso em 26 mar de 2020.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo**. n.206, 2015.

EMBRAPA -Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de identificação de pragas e doenças da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 23p.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária 2005. **Pragas da cana de açúcar**. Disponível em : http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_53_711200516718.html. Acesso em: 25 agost 2019.

EPAMIG- Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. **Cultivo consorciado do ingá auxilia no controle biológico de pragas no cafeeiro**, 2021. Disponível em <https://epamig.wordpress.com/2021/03/03/cultivo-consorciado-do-inga-auxilia-no-controle-biologico-de-pragas-no-cafeeiro/> .Acesso em: 12 agos 2021.

EPAGRI- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Caracterização regional**: Curitibaanos, SDR, 2003.

EPAGRI- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina- SC. **Edifurb**. v.3, 2013.

ESPOSITO, M.C.; CARVALHO, F.S. **Composição e abundância de califorídeos e mesembrinelídeos (Insecta, Diptera) nas clareiras e matas da base de extração petrolífera, Bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas**. In: II Workshop de Avaliação Técnica e Científica, Manaus,2006.

FELFILI, J. M.; FILGUEIRAS, T. S.; HARIDASAN, M.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; MENDONÇA, R. C.; REZENDE, A.V. Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, p. 75-166, 1994.

FEENY, Paul. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. **Ecology**. v.51, n.4, 1970.

FERNANDES, Lêda. G. **Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivos**. Tese (Doutorado).Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia. Lavras, MG, 2013.

FERRAZ, A.C.P. **Abundância, Riqueza, Análise Faunística e Efeitos da Fragmentação Florestal em Calliphoridae (Diptera) na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2008.

FERREIRA JÚNIOR,E.V.;SOARES, T.S.;COSTA,M.F.F. *et al.*, Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia – MT. **Acta Amazônica**. v. 38, 2008.

FERREIRA, Antônio José. et al. Bioecologia da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867)(Coleoptera: Scolytidae), no agroecossistema cafeeiro do cerrado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 422-431, 2003.

FILHO, Evenio Berti.;MACEDO,Luciano Pacelli Medeiros. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga**. Natal: IFRN Editora .2011, 108.p

FOLLETT,Peter .A.;BRUIN, Jan.;DESNEUX, Nicolas. Insects in agroecosystems – an introduction. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 2020.

FONTES, Eliana M.G.; PIRES, Carmen S.S.;SUJII, Edison. R. **Controle biológico de pragas da agricultura**. In: Estratégias de uso e histórico. Embrapa: Brasília, DF, 2020.

FRANÇA, Solange Maria. *et al.* Seleção de atrativos alimentares e toxicidade de inseticidas para o manejo da broca-pequena-do-tomateiro. **Pesq. agropec. bras**, Brasília, v.44, n.6, p.561-568, 2009

FREITAS, S. **O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas**. Jaboticabal: Funep, 2001.

FRIZZAS, Marina Regina ; OMOTO, Celso.; SILVEIRA NETO, Sinval.; MORAES, Regina C.B. Avaliação da comunidade de insetos durante o ciclo da cultura do milho em diferentes agroecossistemas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.02, n.02, p.9-24, 2003.

FUJIHARA, Ricardo T. **Chave pictórica de identificação de famílias de insetos-pragas agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista 2008.

GADELHA, Bárbara Q.;FERRAZ, Adriana C. P.; AGUIAR, Valéria. M. A importância dos Mesembrinelíneos (Diptera: Calliphoridae) e seu potencial como indicadores de preservação ambiental. **Oecologia Brasiliensis** , v. 13, n. 4, pág. 660-664, 2009.

GALLO, D.; NAKANO,O.; NETO,S.S.; CARVALHO,R.P.L., et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba.v.10, 2002. 920 p.

GAMA, Michelliny Matos Bentes.; SILVA, Marcio Lopes.; VILCAHUAMAN Luciano Javier Montoya.;LOCATELLI, Marília. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia ocidental, Machadinho d'Oeste, **Revista Árvore** v.29 n.3, 2005.

GLIESSMAN Stephen Richard. Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável. **Editorial UFRGS**. Porto Alegre, p. 653, 2000.

GONÇALVES, Michel Gonçalves de.; LOECK, Alci Enimar.; ROSADO, João Luís Osório. Primeiro registro de *Camponotus cingulatus* Mayr, 1862 (Hymenoptera: Formicidae) para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 1, p. 68-70, 2014.

GORDH, Gordon.; HEADRICK, David H. **Dictionary of Entomology**. United Kingdom: CABI Publishing, 2001. 1032 p.

GRESSLER, Eliana. **Floração e frutificação de Myrtaceae de Floresta Atlântica: limitações ecológicas e filogenéticas**. Dissertação (mestrado) Ciências Biológicas. Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista, 2005.

GUEDES, J.C.;COSTA,I.D.;CASTIGLIONI,E. **Bases e técnicas de manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM ,2000.248.p.

GUSMÃO, R.S. **Análise faunística de scolytidae (coleoptera) coletadas com armadilhas etanólicas com e sem porta-isca em *eucalyptus* spp. e área de cerrado no município de Cuiabá-MT**. Cuiabá,2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso/USMT.

HARVEY, Celia A. *et al.* Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. **Conservation Biology**, v.22, n.1, p.8–15. 2008
INMET-Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados históricos anuais**, 2019.

JANKIELSOHN, Astrid. The Importance of Insects in Agricultural Ecosystems. **Advances In Entomology**, v. 06, n. 02, p. 62-73, 2018.

JUNIOR, Milton Erthal.; GUARUS, I.F.F. **Controle biológico de insetos pragas**. Seminário Mosaico Ambiental: Olhares Sobre o Ambiente, 2011.

KAGIÉ, F. Impactos negativos na economia causados pelas pragas na lavoura. **Folha de Londrina**. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz –ESALQ/USP, 2019.

KANIESKI, Maria Raquel.; ARAUJO, Ana Clara B.; LONGHI, Solon Jonas. Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 38, n. 88, p. 567-577, 2010.

KIDD, Neil A.C. The role of the host plant in the population dynamics of the large pine aphid, *Cinara pinea*. **Oikos**.v. 44,n.1,1985.

KLEIN, R.M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, Itajaí, n. 12, p. 17-44, 1960.

LEXEROD, N. L.; EID, T. An evaluation of different diameter diversity indices based on criteria related to forest management planning. **Forest Ecology and Management**, v. 222, n. 1, p. 17-28, 2006.

LOVATTO, Patrícia Braga.; SCHIEDECK, Gustavo.; GARCIA, Flávio Roberto Mello. A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. **Interciência**, v. 37, n. 9, p. 657-663,2012.

MACEDO JUNIOR,R.C.;CASTRO,M.T. **Insetos associados a um sistema Agroflorestal do Distrito Federal**. Anais de Simpósio de TCC e Seminário de IC,2016.

MACHADO, Leonardo Mortari; COSTA, Ervandil Corrêa. Altura de voo de escolitíneos (Coleoptera, Scolytinae) em povoamento de *Pinus taeda* no Sul do Brasil. **Ciência florestal**, v. 27, n. 2, p. 669, 29, 2017.

MARDGAN, Leonardo. **Impacto da adubação nitrogenada na infestação de pragas e na produção de milho**. Dissertação (mestrado). Programa de Pós- Graduação em Produção Vegetal. Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, 2019.

MEIRA, A. L.; LEITE, C. D. **Armadilha para a mosca-das-frutas – 1**. Fichas agroecológicas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2021.

MELLO, R. P. **Contribuição ao estudo dos Mesembrinellinae Sul Americanos (Diptera, Calliphoridae)**. Tese "Magister Scientiae". Escola de Pós-Graduação, da Universidade Rural do Brasil, 1967.

MELLO, R. S. *et al.* Calliphorid fly (Diptera, Calliphoridae) attraction to different colored traps in the Tingua Biological Reserve, Rio de Janeiro, Brazil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 99, n. 4, p. 426-430, 2009.

MORENO, Claudia. E. Métodos para medir la biodiversidade. **MT Manual y Teses SEA**. México. v.1, 2001.

MULLIN Christopher A. *et al.* **High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: implications for honeybee health**. PLoS one. 2010, 19p.

MURARI, Augusto B. **Levantamento populacional de Scolytidae (Coleoptera) em povoamento de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Curso de Pós- graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, 2005 79p.

NAVA, D.D.;BOTTON,M. **Bioecologia e Controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitidis capitata* em Pessegueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 29 p.

NICHOLLS, Clara I.; ALTIERI, Miguel A.; SALAZAR, Alejandro H.;LANA, Marcos A. Agroecologia e o desenho de sistemas agrícolas resilientes as mudanças climáticas. **Agriculturas**, n.2, 2015

NISCHIDA, Silvia Mítico.; NAIDE Suyen Safuan.; PAGNIN Daniel. **Plantas que atraem aves e outros bichos**. Cultura Acadêmica. 1 ed . São Paulo, 2014.

NUORTEVA, P. Synanthropy of blowflies (Diptera; Calliphoridae). Finland In: **Annales Entomologicae Fennicae**. Finlândia. vol. 29, pp. 1-40. v.29, p.1-49, 1963.

OLIVEIRA, Monique Bárbara Rosa De. **Análise comparativa das espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) em três agroecossistemas no estado de São Paulo**. Tese de Mestrado (Entomologia) . Universidade de São Paulo, 2015.

OLIVEIRA, Sarah S.; AMORIM, Dalton .S. Family Mycetophilidae. **Zootaxa**, 2016.

OLIVEIRA,A.M.;MARACAJÁ,P.B.;FILHO,E.T.D *et al*. Controle Biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. **Revista Verde**.v.1,n.2, 2006.

OLIVEIRA. Charles Martins.; FRIZZAS, Maria Regina. **Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

PALUDO, Rafael.; CONSTABEBER, José Antônio. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, p.63-76, 2012.

PEDROSO, F. Aplicações de Inteligência Artificial impulsionam ganhos no agronegócio e traz inovação. **Revista Cultivar**,2019.

PEGORARO, Adhemar. **Avaliação do potencial melífero da bracatinga**. In: Congresso Florestal do Parana: Curitiba. Anais dos resumos. Instituto Florestal do Parana, 1988. p.3.

PELENTIR, Silvia Cristina .S. **Eficiência de cinco modelos de armadilhas etanólicas na coleta de coleópteros: Scolytidae, em floresta nativa no município de Itaara RS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

PICANÇO Marcelo Coutinho. **Manejo integrado de pragas**. Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 2010.

QUERINO, Ranyse B.; ZUCCHI, Roberto A. Espécies de Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae) coletadas em armadilha de sucção em Reserva Florestal. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.3, p.451-455,2004

RANGEL, Luís Eduardo P. Perdas e danos para o agronegócio. **Revista Política Agrícola**, 2015.

RESENDE, A.L.S. Diversidade de predadores em coentro, endro e funcho sob manejo orgânico. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.79, n.2, p.193-199, 2012

RICKLEFS, R.E. Ecology. New York: **Freeman and Company**,1990.

RODRIGUES, William Costa. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**. n.4,p.01-04, 2004.

ROSA, J.M.;ARIOLI,C.J.;SILVA,P.N. Desaparecimento de abelhas polinizadoras nos sistemas naturais e agrícolas: **Ciências Agroveterinárias/UEDESC**. Lages, 2019.

ROSA, Joatan M.; HICKEL, Eduardo. R.; ARIOLI, Cristiano João. **A cultura da goiabeira-serrana. Principais pragas e seu controle** (Cap.7), 2019. 115-146.p

ROSSETO, R.; SANTIAGO, A.D. Arvore do conhecimento Cana-de-Açúcar: pragas. **Ageitec. Embrapa**, 2020

SALVADORI, José Roberto.; PEREIRA, Paulo Roberto .V.S. **Pulgões**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 2021.

SAMBO, S.M.; TOGB, D.R.; SINZOGAN, A.A.C. *et al.* Habitat factors associated with *Fopius caudatus* parasitism and population level of its host, *Ceratitidis cosyra*. s. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 2019

SAMWAYS, Michael J. Insect Conservation for the Twenty-First Century. **Intechopen**, 2018. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/59212>. Acesso em: 12 Agos 2021.

SANTOS, J.P.; WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; MUELLER S.; SUZUKI, A. Captura de insetos sugadores e fitófagos com uso de armadilhas adesivas de diferentes cores nos sistemas de produção convencional e integrada de tomate em Caçador, SC. **Horticultura Brasileira**, 2008.

SARMENTO, Aécio M. **Influência dos fatores abióticos na ocorrência e na proliferação de ordens de insetos em área associada a usina termelétrica do Maranhão**. (monografia) Curso de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Maranhão. Chapadinha, MA, 2017.

SILVA, D.G.; TREVISAN, H.; VIEIRA,A.L.M.;TEIXEIRA,L.G.O. **Entomofauna associada a remanescentes de mata atlântica conectados por um corredor ecológico agroflorestal**, 2009.

SILVA, Neuza Aparecida Pereira da; FRIZZAS, Marina Regina; OLIVEIRA, Charles Martins de. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 1, p. 79-87, 2011

SILVA, M. **Abelhas e plantas melíferas da zona rural dos municípios de Cocal do Sul, Criciúma e Nova Veneza, situados na região carbonífera no sul do estado de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2005.

SOMMAGGIO, Daniele. Syrphidae: can they used as environmental bioindicators?. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.1-3, p.343- 356, 1999.

SOUZA, Marcelo D. *et al.* Ocorrência de Scolytinae com armadilhas etanólica contendo diferentes concentrações de etanol. **Revista Espacios**. v. 37, n. 16, 2016.

SUJII, Edison R. *et al.* **Relações ecológicas no controle biológico**. Cap 2. In: Controle de Pragas da agricultura. Embrapa: Brasília, 2020

SUJII, E. R et al. Relações ecológicas no controle biológico. Cap 2. In: **Controle de Pragas da agricultura**. Embrapa: Brasília, 2020

THOMAZINI, Marcilio. J.; THOMAZINI, Ariane P.B.W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p.

WADE, Mark R.; ZALUCKI, Myron P.; WRATTEN, Steve D.; ROBINSON, Katherine A.. Conservation biological control of arthropods using artificial food sprays: current status and future challenges. **Biological Control**, v. 45, n. 2, p. 185-199, 2008.

WINK Charlotte.; GUEDES, Jerson Vanderlei Carus.; FAGUNDES Camila Kurzmann.; ROVEDDER Ana Paula. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.4, n.1, p. 60-71, 2005.

WOLLMANN, Jutiane. *et al.* Estrutura da assembleia de Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) em áreas florestadas com Eucalyptus spp. no sul do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1167-1177, 2017.

WREGGE, Marcos Silveira.; STEINMETZ, Silvio.; REISSER JUNIOR, Carlos.; ALMEIDA, Ivan R. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011

ZANON, Ayrton. **Produção de sementes de erva-mate**. EMBRAPA-CNPQ, 1988.

ZANUNCIO JUNIOR, Jose Salazar *et al.* Manejo agroecológico de pragas: alternativas para uma agricultura sustentável. Venda Nova do Imigrante, ES. **Revista Científica Intellecto**. v.3, n.3, 2018.

ZUCCHI, R. A. **Chaves para algumas ordens e famílias de Insecta**. USP / ESALQ, Departamento de Entomologia, Piracicaba, 1995. Disponível em:
http://www.cvi.ufscar.br/Chaves_Zucchi_optimize.pdf. Acesso em 08 junh 2021.