



ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

**DIRETRIZES DE MANEJO PARA ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL COM
FOCO NA OTIMIZAÇÃO DO SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE CONTROLE
BIOLÓGICO CONSERVATIVO DE PRAGAS**

Por

JÚLIA CASTELLI CASTRO

PARATY, 2022



ESCOLA SUPERIOR DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

DIRETRIZES DE MANEJO PARA ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO DO SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE CONTROLE BIOLÓGICO CONSERVATIVO DE PRAGAS

Por

JÚLIA CASTELLI CASTRO

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO

RENATO ARMELIN
ALEXANDRE UEZU
CAROLINA REIGADA

TRABALHO FINAL APRESENTADO AO PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO REQUISITO PARCIAL À
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

IPÊ – INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS

PARATY, 2022

Ficha Catalográfica

Castro, Júlia

Diretrizes de Manejo para Áreas de Restauração Florestal com Foco na Otimização do Serviço Ecosistêmico de Controle Biológico Conservativo de Pragas, 2022. 77 pp.

Trabalho Final (mestrado): IPÊ – Instituto de Pesquisas ecológicas

1. Controle Biológico Conservativo
2. Restauração Florestal
3. Serviços Ecosistêmicos
- I. Escola Superior de Conservação Ambiental e Sustentabilidade, IPÊ

Prof. Dr. Renato Armelin

Prof. Dr. Alexandre Uezu

Prof^a. Dr^a. Carolina Reigada

“...Pegemos nossa pá, perguntemos à nossa terra o que lhe está faltando e tratemo-la depois convenientemente dentro dos limites que a natureza nos impõe, e a antiga exuberância voltará aos nossos campos e a prosperidade aos nossos lares.”
Ana Primavesi

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao universo, deuses e deusas que me acompanham, por colocar esta oportunidade em meu caminho e me inspirarem coragem para fazer acontecer.

Agradeço aos meus pais por me apoiarem incondicionalmente e fazerem de tudo para que meus dias fossem amparados e confortáveis.

Ao meu maravilhoso companheiro Vinicius, por estar sempre ao meu lado, me ajudando a trilhar os melhores caminhos e me confortando em momentos desafiadores.

A minha estadia em Paraty que me inspirou e me trouxe amigas incríveis que foram muito importantes em cada passo.

Ao time de professores e coordenadores do IPE, em especial ao Haroldo que me acompanhou em campo com muita alegria e a todos os colegas do mestrado e especialmente aos meus orientadores, Renato Armelin, Carolina Reigada e Alexandre Uezu, pela orientação atenciosa, certa e gentil.

Agradeço ao projeto de pesquisa e desenvolvimento da CTG e ao seu financiamento aos estudantes do IPE para que desenvolvêssemos com tranquilidade e apoio cada uma de nossas pesquisas.

E felicito a mim mesma por ter aceitado e, principalmente, concluído esse desafio com sucesso.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
SUMÁRIO	6
RESUMO	11
ABSTRACT	13
1. Introdução.....	15
2. Objetivos.....	18
2.1 Objetivo geral	18
3. Referencial teórico	18
3.1 Interações tróficas.....	18
3.1.1. Agentes de controle biológico	19
3.1.2. Entomofauna.....	19
3.1.3. Inimigos naturais citados no estudo	19
3.1.4. Estratégias de controle biológico conservativo	22
3.1.5. Insetos-praga	22
3.2 Controle Biológico	27
3.2.1. Histórico	27
3.2.2. Controle Biológico Conservativo	28
3.2.3. Brasil.....	28
3.2.4. Soluções Baseadas na Natureza	28
3.3 Florestas.....	29
3.3.1. Restauração ecológica.....	29
3.3.2. Corredores ecológicos	29
3.3.3. Serviços ecossistêmicos prestados por florestas	30
3.3.4. Controle biológico natural prestado por florestas.....	31
3.3.5 Solo.....	31
3.3.6 Agrotóxicos	32
3.3.7. Fenologia vegetal.....	33
4. Materiais e métodos.....	34
4.1. Piloto de caracterização local	35
4.2. Área de estudo	35
5. Resultados.....	37
5.1. Observações de campo piloto	38
5.2. Grupos de inimigos naturais	38

5.3. Famílias botânicas atrativas	40
5.4. Diretrizes de manejo.....	42
6. Discussão	53
6.1. Cobenefícios atrelados.....	53
6.2. Espacialização.....	56
6.3 Solução Baseada na Natureza	57
7. Complementações	58
7.1. Controle biológico inundativo.....	58
7.2. Instrumentalização das pessoas.....	59
7.3. Monitoramento de resultados	60
7.4. Limitações	60
7.5. Recomendações de estudos e complexidades.....	61
8. Conclusões	63
9. Referências bibliográficas	63

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Relação dos inimigos naturais estudados neste trabalho sendo A) Tesourinha, Dermaptera; B) Crisopídeo, Neuroptera; C) Joaninha, Coleoptera; D) Vespa, Hymenoptera; E) Percevejo, Hemiptera; F) Mosca sirfídeo, Diptera; G) Aranha, Arachnida. Fonte: Medeiros (2010). 22
- Figura 2: Cigarrinha-das-pastagens envolta em espuma. Retirado de Boletim Embrapa Cigarrinha-das-pastagens. Fonte: José Raul Valério (2009). 24
- Figura 3: Percevejo *Euschistus heros*. Fonte: Banco de Imagens Embrapa. Foto de Paulo Roberto Valle da Silva Pereira (2017). 26
- Figura 4: Mariposa *Diatraea saccharalis*. Banco de Imagens Embrapa. Foto de Alberto Marsaro Júnior (2021). 27
- Figura 5: Uso do solo do Pontal do Paranapanema. Fonte: Banco de dados do CTG, base do MapBiomass. Áreas de agricultura, em laranja, englobam principalmente soja e cana-de-açúcar. 37
- Figura 6: A) Adulto da joaninha *Cycloneda sanguinea* alimentando-se de pulgão (*Aphis spiraeicola*) em flores de coentro; B) Adulto da joaninha *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) visitando as inflorescências de endro. Retirado de Aguiar - Menezes, 2011. Fotos de Elen de Lima Aguiar Menezes. 43
- Figura 7: Exemplo de ninho artificial feito com bambu. A) Visto de frente com o orifício de entrada. B) Vista de lado. Elaborado pela autora (2022). 47
- Figura 8: Poleiro do tipo “Torre” feito de varas de eucalipto, com 12 m de altura. À esquerda o poleiro seco com mudas de lianas e à direita após o crescimento das lianas fornecendo abrigo para aves e morcegos. Extraído de Bechara (2006). 49
- Figura 9: Croqui da implantação das diretrizes 1.1, 1.2 e 2.1 nas áreas laterais (três metros de largura) dos corredores de restauração florestal. Elaborado pela autora (2022). 50

Figura 10: Presença de joaninha (Coleoptera: Coccinellidae) em botão floral de serralha (Sonchus oleraceus) com pulgões. Embrapa Agrobiologia. Foto de Elen de Lima Aguiar-Menezes. 51

Figura 11: Formatos de implantação de ilhas de vegetação em cultivos agrícolas. A: ilha central, B: várias ilhas, C: bordas ao redor do cultivo. Extraído de Aguiar-Menezes (2011). 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Famílias e espécies botânicas atrativas para inimigos naturais e potenciais cobenefícios atrelados. 41

Tabela 2: Relação dos inimigos naturais para cigarrinha-das-pastagens estudados neste trabalho e suas respectivas famílias botânicas atrativas. 45

Tabela 3: Relação dos inimigos naturais para broca-da-cana estudados neste trabalho e suas respectivas famílias botânicas atrativas. 45

Tabela 4: Relação dos inimigos naturais para percevejo-marrom da soja estudados neste trabalho e suas respectivas famílias botânicas atrativas. 46

RESUMO

Resumo do Trabalho Final apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre

DIRETRIZES DE MANEJO PARA ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO DO SERVIÇO ECOSSISTÊMICO DE CONTROLE BIOLÓGICO CONSERVATIVO DE PRAGAS

Por

JÚLIA CASTELLI CASTRO

JULHO, 2022

Orientador: Prof. Dr. Renato Armelin

Mudanças na paisagem, como fragmentação e perda de habitats podem causar grande desequilíbrio ecológico na teia alimentar e na estrutura e composição das comunidades de espécies de insetos presentes no local, diminuindo a cadeia trófica e alterando a interação entre as espécies. Aliado a esse fato, habitats simplificados devido a grandes extensões de monoculturas são atrativos para espécies de insetos herbívoros e também desfavoráveis a presença dos seus inimigos naturais, uma vez que a cadeia alimentar e o habitat natural estão comprometidos. Nesses ambientes degradados, o serviço ecossistêmico de controle biológico não ocorre mais naturalmente, o alimento abundante e os poucos predadores, fazem com que os insetos herbívoros se reproduzam em larga escala tornando-se “pragas” prejudiciais à agricultura.

Ecosistemas na Mata Atlântica têm potencial de serem restaurados e conservados, otimizando funções ecológicas para atrair e manter os inimigos naturais dessas pragas, fomentando o serviço ecossistêmico de controle biológico natural dos insetos herbívoros. Este trabalho baseou-se em um estudo de caso da Fazenda Rosanela localizada no extremo oeste de São Paulo para propor diretrizes de manejo que promovam a atração e manutenção de inimigos naturais das principais pragas agrícolas encontradas na região. Dentre as recomendações, estão o plantio de espécies vegetais como, por exemplo, a família *Asteraceae* que fornece alimentação nutritiva e atrativa, a instalação de ilhas vegetadas estrategicamente para contribuir com o controle de erosões e recarga de lençóis freáticos e também o manejo das

áreas de restauração para existência de locais de abrigo e oviposição desses organismos controladores.

O trabalho na paisagem agrícola para fomentar o serviço ecossistêmico de controle biológico de pragas traz consigo diversos outros cobenefícios que auxiliam os produtores rurais e também favorecem a conservação de outros serviços ecossistêmicos como de polinização, a conservação de recursos hídricos e controle de processos erosivos do solo. Recomenda-se alguns pontos de estudos complementares para que projetos como esse possam restaurar a resiliência e a agrobiodiversidade dos sistemas cultiváveis.

Palavras-chave: Controle biológico conservativo; Restauração florestal; Serviços ecossistêmicos

ABSTRACT

Abstract of the Final Paper presented to the Professional Master's Degree Program in Biodiversity Conservation and Sustainable Development as a partial requirement for obtaining the master's degree

MANAGEMENT GUIDELINES FOR FOREST RESTORATION AREAS FOCUSING ON THE OPTIMIZATION OF THE ECOSYSTEM SERVICE OF CONSERVATIVE BIOLOGICAL CONTROL

By

JÚLIA CASTELLI CASTRO

JULY 2022

Advisor: Prof. Dr. Renato Armelin

Changes in the ecosystem's landscape, such as fragmentation and habitat loss can cause a great ecological imbalance in the food web and the structure and composition of insect species communities, reducing the trophic chain and changing the interaction among species. Adding to this fact, simplified habitats due to monoculture extensions are attractive to herbivorous insect species and unfavorable to their natural enemies since the food chain and the natural habitat are compromised. In these degraded environments, the ecosystem service of biological control no longer occurs naturally, the abundant food and the few predators, cause the herbivorous insects to reproduce on a large scale and become "pests" and harmful to agriculture.

Agroecosystems in the Atlantic Forest have the potential to be restored and conserved, optimizing ecological functions to attract and maintain natural enemies of these pests, promoting the natural biological control ecosystem service at herbivorous insects. This work was based on a case study of Fazenda Rosanela, located in the west end of São Paulo aiming to propose management guidelines to promote natural enemies' attraction and maintenance for the main agricultural pests found in the region. Among the recommendations are the planting species such as Asteraceae family that provides nutritious and attractive food, the installation of strategically vegetated islands to contribute to erosion control and groundwater recharge, and the management of restoration areas to create sheltering and oviposition of controlling organisms.

The work in the agricultural landscape to promote the ecosystem service of biological pest control also contributes to other benefits that can help farmers and favor the conservation of other ecosystem services such as pollination, conservation of water

resources, and control of soil erosion processes. Some points for further studies are discussed to contribute to resilience restoration and agrobiodiversity of cultivable systems.

Keywords: Conservative biological control; Forest restoration; Ecosystem service

1. Introdução

Estudos mostram que atividades antrópicas com a elevada modificação da paisagem nativa, como o cultivo de monoculturas, perda e fragmentação de habitats naturais e uso de pesticidas em larga escala, podem causar grande desequilíbrio ecológico¹. A falta de remanescentes de vegetação natural - característica de paisagens extremamente modificadas - afeta a existência de vetores de serviços ecossistêmicos como os invertebrados, que podem ser agentes de controle biológico e polinizadores. Os fragmentos florestais funcionam como áreas-fonte desses grupos funcionais (UZÊDA *et al.*, 2017). Além disso, áreas que trabalham com cultivos de ciclo curto, como a soja e manejo com uso intensivo de agrotóxicos, acabam se tornando barreiras para a movimentação desses organismos (UZÊDA *et al.*, 2017).

Nesse cenário de substituição das vegetações nativas, ocorrem mudanças significativas de simplificação na estrutura quantitativa da teia alimentar, na estrutura de comunidades e nas interações entre espécies. Esse processo resulta em desequilíbrios populacionais de alguns organismos que são favorecidos, tornam-se abundantes e conseqüentemente passam a ser considerados pragas em diversos agroecossistemas - ecossistemas com pelo menos um cultivo agrícola (TYLIANAKIS, 2007, MEDEIROS 2010).

Em grandes extensões de monocultivos, como o encontrado na Fazenda Rosanela e em diversas regiões do Brasil, a ampla oferta de uma única espécie vegetal, como soja e gramíneas de pastagens, favorece o crescimento populacional de poucas espécies de organismos que as utilizam como alimento constante e encontram poucos predadores, dessa maneira reproduzem-se intensamente e tornam-se pragas nessas regiões (MEDEIROS, 2010). Os insetos considerados pragas, em geral, podem comprometer a produção dos cultivos agrícolas, causando prejuízo econômico aos produtores rurais (MEDEIROS, 2010).

¹ O desequilíbrio ecológico acontece quando um elemento (mineral, vegetal ou animal) tem sua quantidade aumentada, diminuída ou subtraída do ambiente. Essa mudança gera reações em cadeia que podem repercutir no funcionamento do ecossistema.

Por outro lado, um dos desafios atuais da restauração florestal, é restaurar os processos ecológicos que ocorrem em florestas naturais, permitindo também a recuperação dos seus serviços ecossistêmicos², entre eles o controle biológico de espécies com potencial de se tornarem pragas (RODRIGUES, 2009). Nesse sentido, agroecossistemas manejados apropriadamente podem reter assembleias ecológicas de espécies que são estrutural e funcionalmente semelhantes a habitats não modificados (TYLIANAKIS, 2007). Essas paisagens podem ser manejadas não só para gerar retorno econômico com atividade agrícola e pecuária, mas também para a geração desses serviços ambientais³ (THE FUTURE, 2013).

Há alguns anos a Fazenda Rosanela foi contemplada com um projeto de restauração de florestas a partir da implantação de corredores ecológicos nas áreas de reserva legal e preservação permanente da Fazenda. A restauração florestal promoveu a conectividade entre dois grandes remanescentes de Mata Atlântica que ainda restavam na região: um fragmento da Estação Ecológica do Mico Leão Preto e o Parque Estadual do Morro do Diabo.

Em habitats preservados onde não há desequilíbrio ecológico, a estrutura da teia alimentar e a presença e interações de diversos grupos funcionais de vertebrados, invertebrados e comunidades vegetais são capazes de regular as populações de espécies de forma que nenhuma se torne abundante e prejudicial a ponto de ser considerada praga. Ações que enriquecem e contribuem para que as florestas restauradas e os agroecossistemas voltem a exercer o controle biológico natural pela diversidade de espécies ali presentes estão alinhadas com os princípios de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) que propõe:

“ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordam os desafios da sociedade de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios para o bem-estar humano e a biodiversidade (IUCN, apud, CEBDS, 2021).”

² Serviços ecossistêmicos são os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas. Estes incluem serviços de provisão, tais como alimentos e água; regulação, tais como a regulação de inundações, secas, degradação do solo; serviços de suporte, tais como formação do solo e ciclagem de nutrientes; e serviços culturais, como de lazer, espiritual, religioso e outros benefícios não materiais (Embrapa apud MEA, 2005).

³ Serviços ambientais são definidos como os benefícios ambientais resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas (Embrapa apud Muradian et al., 2010).

Podemos desenvolver diversas ações nas áreas restauradas para aumentar o potencial de controle biológico conservativo nas culturas - aquele que ocorre naturalmente - fomentando outros benefícios para os produtores rurais e para a região como um todo. Algumas práticas vêm sendo citadas como facilitadoras para proporcionar a otimização da eficiência dos inimigos naturais no controle de pragas, como por exemplo, garantir a presença de plantas que forneçam alimentos nutritivos como néctar e pólen, próximo às áreas de presença das pragas (WILSON, 1966) e implementar canteiros de espécies de plantas com flores atrativas (BARBOSA, 2011).

Portanto, este trabalho tem como principal objetivo estudar e propor ações de manejo para áreas de restauração florestal, baseando-se no princípio de que os agroecossistemas podem ser enriquecidos e manejados ao nível da cultura, da propriedade e da paisagem, com o objetivo de preservar e aumentar a sobrevivência, fecundidade, longevidade dos inimigos naturais para otimizar a sua eficácia. Os esforços de conservação podem ser direcionados para mitigar as condições consideradas prejudiciais e também para aumentar a disposição das condições favoráveis, como recursos para estas espécies controladoras (LANDIS, 2000; FONTES, 2020).

O diferencial deste trabalho é apresentar uma perspectiva de ação a partir das áreas restauradas, tendo em vista que a maior parte dos projetos de controle biológico são pensados a partir dos cultivos agrícolas. Ademais, o controle biológico conservativo é o único tipo de controle biológico que pode ser adotado por qualquer agricultor que seja devidamente orientado. Desta forma, produtores rurais podem ser incentivados a não só restaurarem suas áreas de reserva legal⁴ (RL) e áreas de preservação permanente⁵ (APP) mas trabalharem para que essas áreas funcionem a favor dos cultivos promovendo o controle natural das pragas e sejam futuramente ambientes mais resilientes e sustentáveis. Essa estratégia é capaz de alinhar a conservação da biodiversidade, o serviço ecossistêmico de controle biológico e ainda fomentar diversos outros serviços ecossistêmicos na paisagem.

⁴ Área de vegetação natural do imóvel rural em que pode haver o manejo sustentável de certa área com os limites estabelecidos por lei naquele bioma.

⁵ Área protegida por lei, coberta ou não por vegetação nativa, com função de preservar os recursos hídricos, estabilidade geológica, biodiversidade, entre outros.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Descrever o estado da arte sobre o papel das florestas restauradas e remanescentes florestais no controle biológico conservativo das pragas cigarrinhas-das-pastagens, broca-da-cana e percevejo marrom através de estudo de caso.

2.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, este trabalho gerou produtos para dois públicos-alvo: comunidade acadêmica e agricultores. Sendo assim, os objetivos específicos do presente estudo são:

Criar diretrizes de manejo para as áreas de restauração florestal e, pontualmente para as áreas cultivadas com o objetivo de potencializar as relações ecológicas de controle biológico e diminuir ou até evitar a proliferação das pragas.

Criar uma cartilha para agricultores e público do campo, que propagará as informações possibilitando a execução das propostas deste trabalho.

3. Referencial teórico

3.1 Interações tróficas

Os seres vivos presentes no ambiente alimentam-se uns dos outros em uma grande sequência que forma a cadeia alimentar. As plantas são consideradas produtoras primárias, servindo de alimento para insetos herbívoros, que se tornam os consumidores primários. Os consumidores secundários, como as joaninhas, por exemplo, são aqueles que irão se alimentar dos herbívoros. Espécies que se alimentam de consumidores secundários são denominadas consumidores terciários, como louva deus e aranhas, por exemplo, e assim sucessivamente. Esses são os níveis tróficos que formam a cadeia alimentar (MEDEIROS, 2010).

Na natureza, existem animais que se alimentam de uma enorme variedade de espécies, ocupando níveis tróficos diferentes e criando diversas cadeias alimentares. O conjunto de cadeias alimentares que interagem entre si formam as teias alimentares (MEDEIROS, 2010).

3.1.1. Agentes de controle biológico

Uma grande variedade de organismos são entomófagos, ou seja, alimentam-se de insetos. Entre os considerados generalistas - espécies com alta plasticidade de alimentação e habitat - estão os vertebrados como pássaros insetívoros e anfíbios, invertebrados como aranhas, ácaros e outros insetos predadores. Existem ainda os agentes especialistas no controle de insetos-praga - que necessitam do hospedeiro específico para completar o seu ciclo de vida - são eles os parasitoides e microorganismos patogênicos como fungos, nematóides e bactérias (MEDEIROS, 2010, AGUIAR-MENEZES *et al.*, 2021).

3.1.2. Entomofauna

O grupo dos insetos tem grande importância ecológica, uma vez que possuem diversas funções em um agroecossistema. As espécies fitófagas, que se alimentam das plantas cultivadas são consideradas prejudiciais pois podem transmitir doenças aos cultivos e causar prejuízos econômicos aos agricultores, esses são conhecidos como insetos-praga. Outras espécies polinizam as plantas presentes na área e existem aqueles que promovem o controle natural de outros insetos, principalmente os prejudiciais, como é o caso dos predadores e parasitoides, que são considerados insetos benéficos. Existem ainda as espécies detritívoras que contribuem para a decomposição de matéria orgânica, contribuindo para a ciclagem de nutrientes (MEDEIROS, 2010).

Existem diversos insetos que tem como sua principal presa outros insetos ou que vivem às custas dessas espécies que são consideradas pragas. Os insetos predadores podem alimentar-se de diversos estágios de desenvolvimento de suas presas como larvas, ninfas e adultos. Apresentam adaptações morfológicas que auxiliam na captura de presas, como visão e olfato bem desenvolvidos e agilidade (MEDEIROS, 2010). Os insetos parasitoides completam o seu ciclo de desenvolvimento no hospedeiro, levando-o à morte. Durante a sua fase adulta, alimentam-se geralmente de néctar e pólen de flores (MEDEIROS, 2010).

3.1.3. Inimigos naturais citados no estudo

3.1.3.a. Tesourinhas

Artrópodes da classe *Insecta* e pertencente à ordem *Dermaptera*, possuem o nome popular de tesourinhas por apresentarem um par de cercos em forma de pinça

no ápice do abdome, que são utilizados para defesa e durante o comportamento reprodutivo. De coloração marrom ou preta, vivem em ambientes úmidos e sombreados como vegetação, cascas de árvores, entre pedras e madeiras. Apresentam alimentação onívora e destacam-se pela predação de ovos e lagartas de alguns lepidópteros, consomem também inflorescências (EMBRAPA, apud HASS, 2012). Passam pelas fases de desenvolvimento de ovos, ninfas e adultos, sendo os jovens semelhantes aos adultos, porém sem asas. As fêmeas demonstram o hábito de protegerem os ovos e ninfas jovens ficando sobre eles (SILVA *et al.*, 2013) (Figura 1A).

3.1.3.b. Crisopídeos

Artrópodes da classe *Insecta* e pertencente à ordem Neuroptera. Apresentam desenvolvimento por holometabolia, passando pelas fases de ovo (apresentam pedúnculo fino que os deixam acima das superfícies), larva, pupa (casulo de seda) e adulto. Possuem coloração verde, asas claras com veias e margens também verdes. Vivem em habitats como agroecossistemas e vegetação em geral, suas larvas são predadoras de diversas pragas até sua fase adulta, quando passam a alimentar-se de pólen, néctar e substâncias açucaradas (EMBRAPA, apud FREITAS, 2012; SILVA *et al.*, 2013) (Figura 1B).

3.1.3.c. Joaninhas

Artrópodes da classe *Insecta* e pertencente à ordem Coleoptera, família Coccinellidae. Passam pelas fases de ovo, larva, pupa e adultos para desenvolver-se. Podem apresentar cores vistosas e também preta e bege, comumente com pintas e manchas nas asas. São predadoras, alimentando-se de pulgões, ovos, larvas, ácaros e cochonilhas (SILVA *et al.*, 2013) (Figura 1C).

3.1.3.d. Vespas

Artrópodes da classe *Insecta* e pertencente à ordem Hymenoptera, família Vespidae. Podem ser espécies sociais ou solitárias, passam pelas fases de ovo, larva, pupa e adultos que se desenvolvem dentro de ninhos. Apresentam, em geral, coloração escura e utilizam o ferrão como defesa. Os adultos são predadores,

levando as presas até os ninhos para alimentar as larvas e pupas, consomem também néctar e pólen de flores (SILVA *et al.*, 2013) (Figura 1D).

3.1.3.e. Percevejos

Artrópodes da classe *Insecta* e pertencente à ordem Hemiptera, ordem que está subdividida em quatro subordens: Coleorrhyncha, não ocorre no Brasil, Sternorrhyncha (pulgões, cochonilhas, psílídeos), Auchenorrhyncha (cigarras e cigarrinhas) e Heteroptera (percevejos). São hemimetábolos, passando pelas fases de ovo, ninfa e adulto, podendo ser terrestres, aquáticos ou semiaquáticos (EMBRAPA apud GRAZIA, *et al.*, 2012). Entre os gêneros e espécies de percevejos estão os sugadores que se alimentam de grãos e são considerados pragas, portanto mais específicos e associados às plantas hospedeiras e os de hábito predador que podem ser considerados inimigos naturais das pragas agrícolas, como *Orius* spp que se alimenta de tripes, *Podisus nigrispinus* e Reduviidae que se alimentam de diversos insetos (Figura 1E).

3.1.3.f. Moscas sirfídeos

Artrópodes da classe *Insecta* e pertencente à ordem Diptera, especificamente família Syrphidae. Desenvolvem-se pelas fases ovo, larva, pupa e adulto, sendo as larvas com hábito predador (SILVA *et al.*, 2013). Apresentam grande variedade de formas e tamanhos, podendo variar entre 4 e 25 milímetros, com aspecto similar a abelhas, vespas e moscas varejeiras. Adultos alimentam-se de néctar, pólen e exsudados de plantas (MARINONI *et al.*, 2007) (Figura 1F).

3.1.3.g. Aranhas

Artrópodes quelicerados da classe Arachnida, são representados pelas aranhas, opiliões, ácaros e escorpiões dentre outros não populares. Apresentam desenvolvimento direto - sem ocorrência de larvas e metamorfose. Possuem corpo bem característico, oito patas, diversas colorações, tamanhos e comportamentos, produzem teias que podem ser utilizadas para diversas finalidades como, por exemplo, capturar alimento. Todas são predadoras, alimentando-se de insetos e dependendo do seu tamanho, outros animais maiores como lagartixas, rãs e peixes durante todo seu ciclo de vida (LOEBMANN *et al.*, 2004; BRAZIL, T.K. 2009) (Figura 1G).



Figura 1: Relação dos inimigos naturais estudados neste trabalho sendo A) Tesourinha, Dermaptera; B) Crisopídeo, Neuroptera; C) Joaninha, Coleoptera; D) Vespa, Hymenoptera; E) Percevejo, Hemiptera; F) Mosca sirfídeo, Diptera; G) Aranha, Arachnida. Fonte: Medeiros (2010).

3.1.4. Estratégias de controle biológico conservativo

Para este trabalho, podemos discutir dois escopos de estratégias para otimizar a presença e a manutenção da fauna de inimigos naturais das pragas que destacamos no item 3.1.5:

Estratégias de curto prazo são aquelas que acontecem em um intervalo de tempo menor, por exemplo, durante o ciclo de vida da praga. Tem como o principal agente de controle inimigos naturais como os parasitoides, que apresentam inúmeras especificidades de comportamento e morfologia diretamente relacionadas à praga em questão, uma vez que precisam da presença da praga para se reproduzirem. Dessa forma, a presença dos organismos parasitoides no ambiente é intimamente relacionada à presença da praga e o seu ciclo de vida, portanto, no momento no qual os insetos-praga não estiverem mais no cultivo, os parasitoides irão buscar em outros ambientes novos hospedeiros para se reproduzirem. Nesse sentido, diretrizes que trabalham para manter os parasitoides na área tendem a ser mais eficazes no pico de desenvolvimento das pragas.

Quando consideramos estratégias de longo prazo, trabalhamos com um intervalo de tempo maior do que o ciclo de vida da praga, atraindo inimigos naturais generalistas que podem se estabelecer na ausência das presas, como os artrópodes e outros insetos predadores das pragas. Esses organismos são predadores, que podem apresentar preferência pelas pragas que estamos trabalhando. Nesse caso, a estratégia consiste na oferta de outros recursos nas áreas de restauração (além da alimentação presente nos cultivos) como abrigo, locais para oviposição e complementação alimentar nutritiva para que esses inimigos generalistas se estabeleçam no ambiente para além do ciclo de vida das pragas e mantenham-se presentes.

3.1.5. Insetos-praga

4.1.5 a. Cigarrinha-das-pastagens

Ciclo biológico

As cigarrinhas-das-pastagens são insetos sugadores pertencentes à ordem Hemiptera e a família Cercopidae. Neste trabalho me refiro às espécies encontradas na área de estudo *Deois flavopicta*, *Zulia entreriana* e *Mahanarva fimbriolata*. Desenvolvem-se por hemimetabolia (metamorfose incompleta), passando pelas fases de ovo, ninfa e adulto. A oviposição é feita pelas fêmeas, ao nível do solo na base da planta hospedeira. O ovo é alongado, similar a um arroz, de coloração amarelada clara. O número de ovos varia de acordo com a espécie. Os ovos podem entrar em diapausa (retenção temporária do desenvolvimento causada por fatores fisiológicos endógenos) em resposta a estímulos ambientais como a baixa umidade (VALÉRIO, 2009).

As ninfas, ao longo do seu desenvolvimento na base da planta, produzem uma espuma protetora contra baixas umidades (Figura 2). A quantidade de produção dessa espuma está relacionada à quantidade de líquido excretada pelo indivíduo, que se alimenta da seiva bruta do xilema da planta (DOLLING, 1991 apud VALÉRIO, 2009). A fase ninfal passa por cinco ínstaes (ecdise) até o indivíduo se transformar em alado. O indivíduo adulto explora a parte aérea da planta e desloca-se por saltos de, em média, trinta metros de distância (VALÉRIO, 2009).

A ocorrência das cigarrinhas das pastagens está relacionada aos períodos chuvosos. Os ovos podem reter o desenvolvimento embrionário em períodos de estiagem e iniciar o desenvolvimento apenas no início do período chuvoso. O ciclo biológico de uma oviposição até a próxima tem, em média, cinquenta dias de duração. Podendo ocorrer vários ciclos enquanto se estende o período de chuvas (SILVEIRA NETO *et al.*, 1986 apud VALÉRIO, 2009).

Dano

A cigarrinha-das-pastagens possui dois pares de estiletes bucais. O dano ocorre tanto na introdução do estilete no interior da planta, atingindo o seu sistema vascular para se alimentar do xilema, quanto na injeção de secreções salivares no tecido vegetal. São injetados dois tipos de substâncias salivares, um coagulante e um solúvel. A reação da planta (fitotoxemia) depende do seu grau de suscetibilidade e do tempo de sucção da cigarrinha. Inicia-se com pontos e/ou listras cloróticas (com menor ou nenhuma produção de clorofila), podendo evoluir para faixas necróticas em grande parte da área foliar. Geralmente, a mortalidade do tecido começa nas pontas

do capim e a planta apresenta um aspecto retorcido (VALÉRIO, 1988, 1989 apud VALÉRIO, 2009).

As cigarrinhas são capazes de afetar consideravelmente o crescimento e a qualidade das gramíneas de pastagens, entretanto, há outros fatores que colaboram para a degradação das pastagens ao longo do tempo. Segundo o modelo Iceberg, proposto por Valério em 2006 para a região norte do país, a baixa fertilidade e alto grau de compactação dos solos de pastagens, criam cenários de vulnerabilidade, onde as gramíneas ficam mais suscetíveis ao ataque de pragas. Em solos com essas características, suas raízes são mais superficiais e a infiltração de água é baixa, então seu crescimento decai em qualidade, produtividade e vigor. Dessa forma, as pragas seriam a parte mais visível, porém a de menor responsabilidade sobre a morte das pastagens, sendo que sua essência estaria associada ao processo de degradação do solo (VALÉRIO, 2009).



Figura 2: Cigarrinha-das-pastagens envolta em espuma. Retirado de Boletim Embrapa Cigarrinha-das-pastagens. Fonte: José Raul Valério (2009).

3.1.5b. Percevejo marrom

Ciclo biológico

Os percevejos-marrom são insetos fitófagos pertencentes à ordem Hemiptera e família Pentatomidae (Figura 3). São insetos hemimetábolos, passando pelas fases de ovo, ninfa (cinco instares) e adulto. Em aproximadamente vinte e cinco dias as fêmeas completam o seu desenvolvimento, em dez dias os adultos começam a se reproduzir e em treze dias inicia-se o processo de oviposição nas folhas. Cada fêmea coloca massas com cinco a sete ovos amarelados por vez, que vai decaindo conforme a fêmea envelhece (influenciada pela dieta e pela temperatura). A longevidade dos

adultos é, em média, 116 dias e o número de gerações anuais é dependente da região, variando de três a seis gerações (CORREA-FERREIRA, 1999).

A espécie *Euschistus heros* coloniza as culturas de soja entre os meses de novembro a abril, iniciando na metade ou final do período vegetativo da planta ou no início da floração, época em que estão saindo de diapausa ou de hospedeiros alternativos. No início da reprodução da soja, a população cresce, principalmente as ninfas, esse período é denominado “período de alerta”. Quando cessa o desenvolvimento das vagens e inicia-se o enchimento dos grãos é o período de maior suscetibilidade da soja e é quando a população de percevejos tende aumentar ainda mais (período crítico). A população é crescente até o final do enchimento dos grãos, quando atinge seu pico populacional. Durante a maturação fisiológica da soja a população vai decrescendo e no período de colheita, os percevejos que ainda restaram se movimentam para plantas hospedeiras alternativas e mais tarde, para os nichos de diapausa (dormência). A diapausa ocorre sob a vegetação no solo, onde o inseto passa pelo período desfavorável de maio a novembro, protegendo-se de parasitoides e predadores e vivendo com os lipídios que foram armazenados (CORREA-FERREIRA, 1999).

Dano

Os danos causados pelo percevejo-marrom acontecem a partir do início de formação das vagens até a sua maturação. Através do seu aparelho bucal, atingem as sementes que posteriormente ficam chochas e enrugadas, afetando a produção e a qualidade do grão. Após a alimentação, o caminho aberto poderá, ainda, ser entrada para doenças fúngicas e distúrbios fisiológicos, como a retenção foliar da soja (GALILEO & HEINRICHS, 1978 apud NUNES, 2002).



Figura 3: Percevejo *Euschistus heros*. Fonte: Banco de Imagens Embrapa. Foto de Paulo Roberto Valle da Silva Pereira (2017).

3.1.5c. Broca-da-cana

Ciclo biológico

A mariposa *Diatraea saccharalis* mais conhecida como broca-da-cana é um inseto noturno, pertencente à ordem Lepidoptera e família Crambidae (Figura 4). Apresenta desenvolvimento holometabólico, passando pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto (LIMA FILHO E LIMA, 2001 apud COSTA, 2010). A oviposição ocorre na parte dorsal das folhas e após cerca de quatro a nove dias da postura, as larvas eclodidas começam a se alimentar do parênquima das folhas, perfurando o colmo na região dorsal, onde cavam galerias para permanecerem até sua fase adulta. Depois de cerca de quarenta dias, lagartas com pouco mais de dois centímetros de comprimento abrem um orifício que fecham com seda e serragem, transformam-se em mariposas, saem pelo orifício aberto e para se reproduzir e ovipositar em novas plantas. O ciclo completo varia de 53 a 60 dias dependendo das condições climáticas, é possível ocorrer de quatro a cinco gerações ao longo do ano (NAKANO, 2002 apud SANDOVAL, 2010).

Dano

A broca-da-cana pode afetar a cana durante todo o seu desenvolvimento, porém em sua fase jovem a incidência é menor. No Estado de São Paulo, as canas de um ano e meio (plantadas no começo do ano) são mais atacadas no verão, enquanto as de um ano de plantio (plantadas em setembro ou outubro), mais atacadas no inverno (PINTO, 2006 apud SANDOVAL, 2010). Os indivíduos afetados apresentam problemas de desenvolvimento, como perda de peso e tombamento devido às galerias abertas no colmo da cana, secamento dos ponteiros e até morte da planta. O ataque da broca-da-cana também é porta de entrada para outros agentes patológicos (GALLO, 1988 apud SANDOVAL, 2010).

O Brasil é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar e a alta incidência da broca-da-cana pode resultar em grandes danos econômicos à indústria. O nível do dano econômico é variável em função da variedade de cana, época de plantio, condições da cultura, entre outros (DINARDO-MIRANDA, 2008; OLIVEIRA, 2006; MENDONÇA *et al.*, 1996 apud NAVA, *et al.*, 2009).



Figura 4: Mariposa *Diatraea saccharalis*. Banco de Imagens Embrapa. Foto de Alberto Marsaro Júnior (2021).

3.2 Controle Biológico

3.2.1. Histórico

O termo “controle biológico” foi utilizado pela primeira vez por Smith (1919), que definiu como “*a supressão de populações de insetos pela ação de seus inimigos naturais nativos ou introduzidos*”. Ao longo do tempo, diversos avanços de pesquisas na área foram ocorrendo, até que DeBach e Rosen (1991), propuseram que controle biológico seria “*qualquer redução de populações de plantas ou animais por inimigos naturais que ocorra em áreas naturais ou manejadas*”. Mais recentemente, foi proposto por Heimpel e Mills (2017) que o controle biológico engloba suas relações ecológicas adjacentes, interações diretas e indiretas entre as populações de organismos-alvo, agentes de controle biológico, seres humanos e os seus recursos.

Quando populações de organismos atingem níveis desvantajosos para os ambientes agrícolas, tornando-se pragas, é possível manejar, facilitar e/ou inserir os seus respectivos inimigos naturais, reduzindo o uso de defensivos agrícolas em larga escala, por exemplo, e contribuindo para a conservação dos habitats (FONTES, 2020). Ao longo dos anos diversas técnicas foram desenvolvidas com o objetivo de promover o controle de pragas, dentre elas o controle biológico clássico (caracteriza-se pela introdução, liberação e estabelecimento de uma espécie exótica), controle biológico aumentativo (essa estratégia de controle é comum quando o inimigo natural é passível de ser produzido em larga escala e liberados em campo, como é o caso de microorganismos patogênicos) e, mais recentemente, o controle biológico conservativo, que tratamos neste trabalho (FONTES, 2020).

3.2.2. Controle Biológico Conservativo

Nesse tipo de controle, o objetivo é manejar o agroecossistemas para preservar e aumentar as populações de inimigos naturais (parasitoides, predadores e patógenos) para promover o controle biológico das pragas. Para atrair e manter os inimigos naturais no agroecossistema é necessário fornecer a eles alimentação alternativa, além de suas presas naturais, como néctar, melato (fontes de carboidrato) e pólen (fonte de proteínas). Também é necessário criar e manter condições favoráveis de refúgio e locais seguros dos predadores desses animais para a sua reprodução.

O controle biológico conservativo trabalha baseando-se na ecologia, biologia e comunidades que os inimigos naturais fazem parte, suas exigências nutricionais e ambientais para escolha certa dos recursos a serem manejados e exigências nutricionais e agrônômicas das plantas atrativas.

3.2.3. Brasil

Historicamente, o Brasil teve casos de sucesso de controle biológico clássico e aumentativo em pragas como os pulgões-do-trigo, cochonilha-da-mandioca e mosca-minadora-dos-citros. Exemplos de programas de controle inundativo e inoculativo muito utilizados até hoje no país tem como alvos as duas pragas da cana: broca-da-cana e da cigarrinha-da-cana-de-açúcar (FONTES, 2020). Entretanto, o método mais utilizado para o controle de pragas na agricultura brasileira ainda é o controle químico, que faz uso de defensivos agrícolas que podem ser seletivos para algumas espécies de organismos ou não. Nesse último caso, aplicações usadas preventivamente são capazes de gerar resistência das pragas a um ou mais princípios ativos dessas substâncias, além de ocasionarem problemas ambientais e toxicológicos (BOMBARDI, 2017; HAWKINS *et al.*, 2019 apud VENZON, 2021).

3.2.4. Soluções Baseadas na Natureza

O conceito de soluções baseadas na natureza (SBN) é o mais recente dentro da sustentabilidade e concentra em si as estratégias consolidadas no âmbito de serviços ecossistêmicos e capital natural - tudo o que a natureza promove que produz valor para os seres humanos, em termos de economia e bem-estar. Funciona como um conceito guarda-chuva que expressa todas as soluções que de alguma maneira

foram inspiradas, copiadas ou baseadas em processos da natureza para gerar benefícios para a sociedade humana, mais especificamente, respondendo aos crescentes desafios ambientais (FRAGA, 2021).

Dentre as áreas estratégicas para intervenções SBN estão a segurança hídrica, alimentar, saúde pública, redução de riscos de desastres e mudanças climáticas. Alguns princípios para adoção de estratégias de soluções baseadas na natureza são (FRAGA, 2021, apud, COHEN-SHACHAM, 2016):

1. A intervenção oferece uma solução eficaz para um grande desafio global, utilizando a natureza.
2. A intervenção oferece benefícios à biodiversidade em termos de ecossistemas diversos e bem geridos.
3. A intervenção é econômica em relação a outras soluções.
4. O raciocínio por trás da intervenção pode ser facilmente e convincentemente comunicado.
5. A intervenção pode ser medida, verificada e replicada.
6. A intervenção respeita e reforça os direitos das comunidades sobre os recursos naturais.
7. A intervenção aproveita fontes de financiamento públicas e privadas.

3.3 Florestas

3.3.1. Restauração ecológica

Práticas que buscam a recuperação de ecossistemas que foram danificados e desflorestados ocorrem desde a antiguidade, em diversas regiões e são feitas por diversos povos (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004). Ademais, apenas recentemente os conceitos foram organizados e constituídos como uma área do conhecimento: Ecologia da Restauração (PALMER *et al.*, 1997). Desde então, a restauração ecológica passou a trabalhar para reconstruir não só a floresta, mas as complexas interações ecológicas entre suas comunidades (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).

3.3.2. Corredores ecológicos

A fragmentação de habitats é uma grande ameaça à conservação da biodiversidade, principalmente em áreas de prioridade de conservação como a Mata Atlântica. Entre os efeitos negativos da fragmentação de habitats estão a diminuição

do comprimento, e da diversidade da cadeia trófica (KOMONEN, *et al.*, 2000, DOBSON *et al.* 2006) e da interação entre as espécies (TAYLOR & MERRIAM, 1996). A conectividade estrutural é a capacidade da paisagem em modelar o trânsito dos organismos entre manchas de habitat (HILTY *et al.*, 2006 apud SEOANE *et al.*, 2010), o oposto da fragmentação e um elemento vital para a paisagem e a conservação da sua biodiversidade (FAHRIG & PALOHEIMO, 1988).

Corredores ecológicos são elementos da paisagem que aumentam a conexão entre manchas de habitats, podendo melhorar a capacidade das populações se locomoverem, aumentando a conectividade funcional da paisagem. Segundo a Lei Federal N° 9.985 /2000, que estabeleceu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em seu artigo 2º, inciso XIX, define corredores ecológicos: *“porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais”*.

3.3.3. Serviços ecossistêmicos prestados por florestas

As florestas nativas e restauradas oferecem diversos serviços ecossistêmicos que contribuem para a sobrevivência humana, abrangendo as dimensões de regulação, provisão, suporte e culturais.

O estoque de carbono é um importante serviço prestado pelas florestas, que retiram dióxido de carbono da atmosfera durante a fotossíntese e fixam nas partes aéreas e nas raízes das plantas, auxiliando na mitigação das mudanças climáticas globais (SANTANA, 2021). As florestas do mundo possuem 1,2 trilhões de toneladas de carbono e estima-se que um terço desse total esteja presente nas florestas tropicais (PAULA, 2009; HOUGHTON, 1990). As florestas também preservam os recursos hidrológicos, regulando os fluxos hídricos e a manutenção da qualidade da água, uma vez que a fixação feita pelas raízes protege o solo da erosão e escoamento de sedimentos para os rios (SANTANA, 2021). A ciclagem de nutrientes também é considerada um processo importante para a produtividade do setor florestal que depende diretamente desse serviço ecossistêmico. Porém, sabe-se que o manejo sustentável é importante para que parte dos nutrientes continuem no solo e a área não exija adubações com fertilizantes sintéticos para suportar o próximo plantio

(SANTANA,2021).

Existem diversos outros serviços ecossistêmicos gerados por florestas que podem ser acessados com detalhes no documento *Millennium Assessment*, como provisão de fibras, recursos genéticos, alimentos, regulação de doenças, polinização, benefícios não materiais como a sensação de pertencimento, estética, recreação, inspiração (MEA, 2005).

3.3.4. Controle biológico natural prestado por florestas

A importância do controle biológico natural de pragas foi notada com a intensificação da agricultura entre os anos de 1950 e 1960 por diversos autores (FLESCHNER, 1959; NAYLOR & EHRLICH, 1997; PIMENTEL *et al.*,1997; HILL & GREATHEAD, 2000; LOSEY & VAUGHN, 2006, apud BENGTTSSON, 2015). Revisões científicas mostram que paisagens com maior grau de complexidade em suas inter-relações, como ocorre em habitats naturais e seminaturais, apresentam maior potencial em reter os inimigos naturais. Isso ocorre principalmente porque esses organismos encontram nas áreas de bordas dos cultivos, em remanescentes florestais e habitats naturais, recursos para sua sobrevivência como locais para hibernação, reprodução e alimentação complementar (BIANCHI *et al.*, 2006; KREMEM & CHAPLIN-KRAMER, 2007; VERES *et al.*, 2013 apud BENGTTSSON, 2015).

A complexidade da paisagem e o sistema de cultivo agrícola são importantes para a ocorrência do controle biológico natural, vale destacar que em cultivos manejados intensamente com defensivos agrícolas não seletivos - aqueles que combatem todos os organismos - a presença de inimigos naturais é provavelmente mais escassa, enquanto em cultivos orgânicos e agroecológicos sua ocorrência é mais abundante (BENGTTSSON, 2015). A presença de habitats naturais não cultiváveis nas áreas agrícolas têm sido utilizadas como variáveis de análise de paisagem para estimar o potencial de controle biológico da região (JOHNSON *et al.*, 2014 apud BENGTTSSON, 2015).

3.3.5 Solo

A fauna do solo - comunidade de invertebrados que vive um ou mais estágios de desenvolvimento no solo - possui diversos tamanhos e hábitos alimentares, suas atividades podem modificar as propriedades do solo como também podem ser

influenciados pelo manejo do solo (ANDERSON, 1988, apud AQUINO, 2005).

Existem os que vivem associados e se alimentam de serrapilheira, fazendo a sua fragmentação e decomposição (invertebrados epigeicos). Outros alimentam-se de serrapilheira, mas também fazem a movimentação dela pelo solo através de galerias que constroem como abrigo, alterando a distribuição espacial deste produto (invertebrados anécicos) e aqueles que se alimentam de matéria orgânica, raízes vivas ou mortas e realizam a magroagregação do solo, construindo galerias e ninhos, esse processo tem importante influência na organização física do solo (invertebrados endogeicos) (LAVELLE *et al.*, 1994, apud AQUINO, 2005).

No grupo da macrofauna os organismos são denominados "engenheiros do ecossistema" (LAVELLE *et al.*, 1997, apud AQUINO, 2005) por influenciarem direta ou indiretamente a disponibilidade de recursos para outros organismos, pela escavação, transporte, ingestão de matéria mineral e orgânica do solo. Galerias construídas por algumas destas espécies podem atingir até um metro de profundidade, contribuindo com outros fatores importantes para qualidade do solo e do cultivo agrícola como facilitando a infiltração da água e descompactando o solo e evitando processos erosivos, aspectos relevantes do ciclo hidrológico. Ademais, a baixa fertilidade e o alto grau de compactação do solo são fatores que aumentam a vulnerabilidade das plantas às pragas agrícolas. Posteriormente, cito um estudo que mostra como sistemas de preparo de solo menos invasivos retêm maior quantidade de organismo herbívoros e menor incidência de pragas no plantio.

3.3.6 Agrotóxicos

No Brasil, o uso de agroquímicos iniciou-se na década de 60, vinculados ao Plano de Saúde Pública para combater vetores de doenças e parasitas nas pessoas (KONRADSEN *et al.*, 2003) e com o aumento do uso dessas substâncias no país, em 1970, criou-se a necessidade de regulamentação. Nosso país já ocupou, em 2008, a posição de maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Os herbicidas, inseticidas e fungicidas são os mais utilizados mundialmente (AGROW, 2007 apud TAVELLA, 2012), sendo o primeiro utilizado para combater plantas daninhas e os demais para combater doenças e pragas agrícolas.

Uma revisão bibliográfica avaliou artigos sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde humana e ambiental que foram publicados entre os anos de 2011 e 2017. Ficaram evidenciados prejuízos na água, no solo e em insetos e peixes, muitas vezes pela alteração do seu habitat natural, alterando a biodiversidade local. Destaca-se o prejuízo aos artrópodes e nematóides do solo e ainda, substâncias muito utilizadas na agricultura brasileira podem afetar o desenvolvimento de uma microvespa parasitoide (*Telenomus podisi*) e dos crisopídeos, ambos de interesse para o controle biológico conservativo de pragas (LOPES, 2018).

3.3.7. Fenologia vegetal

Dentro do campo da ecologia, existe a temática de estudos fenológicos. A fenologia se dedica a compreender fenômenos periódicos dos seres vivos e as suas relações com as condições ambientais como água, temperatura, luminosidade.

A fenologia vegetal, por sua vez, estuda como as plantas desenvolvem-se ao longo das fases do seu ciclo (germinação, emergência, crescimento e desenvolvimento vegetativo, florescimento, frutificação, formação das sementes e maturação) e relaciona essas mudanças com fatores ambientais externos. Dessa forma, é possível compreender as fases de desenvolvimento das plantas, prever problemas de cultivo e facilitar tomadas de decisão assertivas (GASCHO, 1983).

Nas últimas décadas as pesquisas sobre fenologia vêm ganhando mais atenção científica. Os motivos para tal fato são: as mudanças fenológicas são onipresentes e podem ser interpretadas como um indicador sensível dos impactos ecológicos das mudanças climáticas (WALTHER *et al.*, 2002 apud TANG, 2016); as mudanças fenológicas como início, a senescência e a duração de cada estação de crescimento impactam significativamente a estrutura e função do ecossistema e suas relações precisam ser mais bem compreendidas (RICHARDSON *et al.* 2012 apud TANG, 2016). A utilização de tecnologias como sensoriamento remoto expandiram radicalmente a observação dos fenômenos fenológicos (ZHANG *et al.*, 2003 apud TANG, 2016). Este trabalho permeia aspectos de fenologia para compreender os períodos de desenvolvimento das plantas citadas nas diretrizes de manejo, principalmente sobre as florações, devido a sua atratividade para inimigos naturais.

4. Materiais e métodos

Este trabalho é fundamentado em três fontes de informações: revisão de dados secundários e estudos técnicos fornecidos pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), literatura especializada dos temas de estudo e observações de campo da Fazenda Rosanela. Os principais temas de estudo para o desenvolvimento deste trabalho foram controle biológico conservativo, restauração florestal e manejo de restauração florestal.

Para propor diretrizes de manejo aplicadas em áreas de restauração florestal com o objetivo de potencializar o controle biológico conservativo, foram levantadas as informações a seguir:

- Dados secundários:
 - Quais espécies da fauna entomológica são desejáveis e potenciais controladoras das pragas existentes nos cultivos da Fazenda e quais são os aspectos relevantes do seu nicho ecológico e da sua sazonalidade para este projeto?
 - Quais estratégias de manejo aplicadas em áreas de restauração florestal e no cultivo agrícola favorecem a disponibilização de recursos para espécies de inimigos naturais?
 - Análise da necessidade de ações para enriquecimento das áreas de restauração florestal
- Estudos técnicos:
 - Lista de espécies plantadas nas áreas de restauração florestal presentes na Fazenda Rosanela, seleção das famílias com maior potencial de atração e manutenção da fauna de inimigos naturais
 - Análise do projeto de implementação da restauração florestal na Fazenda Rosanela
- Observações de campo:

- Condições das áreas de restauração, distribuição dos plantios, manejo das culturas, diversidade de espécies encontradas.

Desta forma, foi possível visualizar um panorama de quais espécies foram plantadas nos corredores restaurados da Fazenda Rosanela (arbóreas, arbustivas, herbáceas) e quais técnicas de restauração florestal foram utilizadas. Analisei pontos de melhorias, com o foco na otimização dessas áreas para retenção e manutenção dos inimigos naturais das pragas presentes na Fazenda. Paralelamente, sugeri ações de manejo como inserção de espécies botânicas e técnicas de enriquecimento para atração de inimigos naturais.

Na cartilha, apresento a interação tritrófica⁶, informações sobre as estações do ano relacionadas às florações das espécies botânicas e o melhor momento para atratividade dos inimigos naturais, de forma visual e didática para melhor divulgação dos resultados aos produtores rurais. Foram utilizados como recursos: infográficos, lista de espécies, orientações de implantação e legislação ambiental.

4.1. Piloto de caracterização local

Realizei uma visita à Fazenda Rosanela para aplicação de um estudo piloto que teve como objetivo realizar um reconhecimento de campo, caracterizando de forma geral, a diversidade de fauna de inimigos naturais, pragas, culturas da área e as condições de conservação. Percorri em quatro dias grande extensão da Fazenda Rosanela, visitando as culturas de cana-de-açúcar, as áreas de pastagens, o plantio de soja e os corredores restaurados. Identifiquei a principal praga associada a cada cultura, a severidade da infestação - a olho nu, a localização e observamos áreas subutilizadas que poderiam ser trabalhadas neste projeto.

4.2. Área de estudo

O Estado de São Paulo originalmente tinha como maior parte de sua cobertura a Floresta Estacional Semidecidual, que é uma das fitofisionomias da Mata Atlântica, um dos mais importantes biomas do mundo. Durante as últimas cinco décadas o

⁶ Interação tritrófica é a interação entre organismos presentes em três níveis tróficos de uma cadeia trófica, como os cultivos agrícolas e plantas atrativas, insetos-praga e os seus inimigos naturais.

Estado sofreu uma grande mudança no tipo de ocupação do solo (VICTOR, 1995). As áreas de Mata Atlântica que restam são consideradas *hotspot* de biodiversidade para conservação (MYERS, *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2009) por apresentarem alta diversidade biológica, endemismo de espécies e estarem em sua maior parte fragmentadas - estima-se que existam apenas cerca de 11,7% da vegetação original deste bioma (SÁ, 1996; RIBEIRO *et al.*, 2009).

O Pontal do Paranapanema está inserido no estado de São Paulo e é uma área de extrema importância biológica por abrigar o maior remanescente dessa fitofisionomia do estado, o Parque Estadual do Morro do Diabo (UEZU; METZGER, 2011). A região foi considerada como o maior nível de prioridade para conservação da Mata Atlântica (CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, 2000).

O local de estudo está inserido nos municípios de Euclides da Cunha e Teodoro Sampaio situados no Pontal do Paranapanema, extremo oeste do Estado de São Paulo (52°29'29" W, 22°24'09" S). A vegetação local é caracterizada pela Mata Atlântica, mais especificamente pela Floresta Estacional Semidecidual (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2009).

Nos dias atuais, a paisagem local é composta na maior parte por pastagens (54,1%), vegetação nativa fragmentadas (15,6%) e uso agrícola (15,5%) majoritariamente cultivo de cana-de-açúcar (9,8%) (UEZU & CULLEN JR, 2012) (Figura 5). A Fazenda Rosanela, tem como matriz principal áreas de pastagens cobertas pela gramínea *Brachiaria decumbens* e apresenta também os cultivos de cana-de-açúcar e soja.

O Programa de Revegetação⁷ da CTG Brasil tem como objetivo a conservação ambiental por meio de atividades voltadas à restauração, conservação e regeneração natural em Áreas de Preservação Permanente dos reservatórios sob concessão da empresa, bem como nas propriedades lindeiras aos empreendimentos. Dentro deste programa foi desenvolvido o conceito de ACA (Área de Conservação Ambiental) que objetiva a restauração e a conservação de paisagens rurais fragmentadas. Uma ACA geralmente é composta por um mosaico que considera UCs já existentes (Ex. RPPNs, Parques Estaduais, Estações Ecológicas) e seu potencial de conectividade através de APPs e RLs existentes nas propriedades rurais direta ou indiretamente impactadas pelos empreendimentos hidrelétricos.

⁷ Acesso em <https://www.ctgbr.com.br/ctg-brasil-divulga-relatorio-de-sustentabilidade-2017/>

Utilizo neste estudo a ACA Rosanela como estudo de caso onde foram desenvolvidas as diretrizes de manejo como diversificação vegetal (SILVEIRA et al. 2003; GURR, 2016), cobertura do solo, corredores de vegetação próximo às áreas de cultivo com espécies atrativas e consórcios de espécies (FIEDLER, 2008; TOGNI, 2009, LIXA, 2010, TAVARES *et al.*, 2011). As diretrizes de manejo deste trabalho são aplicáveis às mesmas culturas agrícolas presentes em outras áreas do Pontal do Paranapanema e Estado de São Paulo.

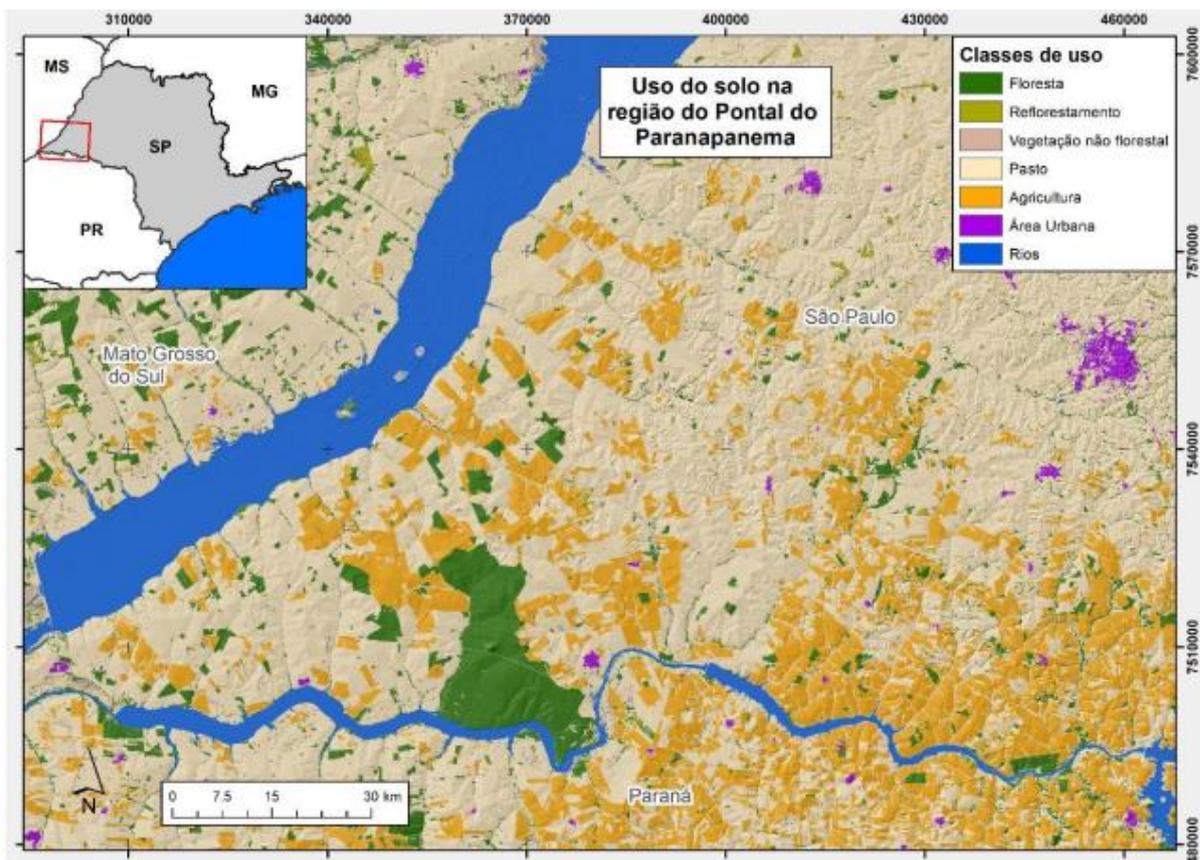


Figura 5: Uso do solo do Pontal do Paranapanema. Fonte: Banco de dados do CTG, base do MapBiomias. Áreas de agricultura, em laranja, englobam principalmente soja e cana-de-açúcar.

5. Resultados

A partir da revisão bibliográfica que foi realizada neste trabalho, apresento os resultados que são um panorama da interação tritrófica: cultivos agrícolas e plantas atrativas, insetos-praga e inimigos naturais.

5.1. Observações de campo piloto

Durante a estadia em campo, foi possível observar que, em algumas áreas da Fazenda, os fatos corroboram com os direcionamentos que estão sendo encontrados na literatura. Por exemplo, nas áreas de plantio de cana-de-açúcar, que são manejadas com defensivos agrícolas não seletivos, encontrei baixíssima diversidade de insetos e outros invertebrados, apesar de algumas de suas bordas estarem em frente com as áreas de restauração florestal - posição que facilitaria colonização por inimigos naturais (HOHLENWERGER, 2022) que provavelmente não ocorre devido ao intenso manejo com essas substâncias químicas. Como parte do manejo integrado de pragas, nesses canaviais, observamos que é feito o controle biológico inundativo da broca-da-cana, com o parasitoide de larvas *Cotesia flavipes*. A liberação do parasitoide é condicionada a presença das pragas, ou seja, quando se identifica uma quantidade limite de mariposas adultas nas armadilhas de feromônio.

Nos talhões de soja, que estavam no início de desenvolvimento das vagens, havia quantidade considerável de percevejo-marrom-soja (*Euschistus heros*), entre outros. Nesta área, não identifiquei o procedimento de controle integrado de pragas, como nos plantios de cana-de-açúcar.

Nas bordas das áreas de restauração existe um espaçamento de cerca de três metros entre o cercamento do pasto e o início do plantio de restauração florestal. Nesse espaço, as gramíneas braquiárias encontram sombra e proteção contra o pisoteamento do gado, portanto avançam até a efetiva borda da floresta. Esses locais estão se tornando “berçários” para as cigarrinhas-das-pastagens, que tem suas espumas e ninfas protegidas da forte incidência solar em áreas mais úmidas e com maior quantidade de sombras. A partir da implantação das diretrizes de manejo deste projeto, será possível transformar essas áreas subutilizadas em corredores de plantas com floração atrativas para inimigos naturais.

5.2. Grupos de inimigos naturais

Dentro do manejo para controle conservativo de pragas, é possível desenvolver estratégias de curto e longo prazo.

Neste trabalho, recomendo majoritariamente o manejo para atração e manutenção de grupos de animais predadores generalistas que vivem e se reproduzem nas áreas de restauração implantadas ao redor (estratégia de longo prazo).

Apresento os principais agentes de controle biológico estudados neste trabalho e suas formas de predação das pragas broca-da-cana, percevejo-marrom da soja e cigarrinha-das-pastagens.

Predadores generalistas de broca-da-cana (*Diatraea* sp) e percevejo-marrom (*Euschistus heros*):

- Tesourinhas (Dermaptera)
 - ninfas e adultas alimentam-se de ovos e pupas, dentre outras pragas
- Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae)
 - larvas alimentam-se de pequenos insetos, dentre outras pragas
- Joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae)
 - larvas e adultas alimentam-se de larvas e ovos, dentre outras pragas
- Vespas (Hymenoptera: Vespidae)
 - carregam insetos para alimentar as larvas do seu ninho
- Percevejos (Hemiptera: Reduviidae)
 - alimentam-se de diversos insetos, como outros percevejos

Predadores generalistas cigarrinha-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae)

- Moscas sirfídeos (Diptera: Syrphidae)
 - alimento exclusivo do seu período larval: ninfas de cigarrinha-das-pastagens
- Vespas (Hymenoptera: Vespidae)
 - carregam insetos para alimentar as larvas do seu ninho
- Percevejos (Hemiptera: Reduviidae)
 - alimentam-se de diversos insetos, como outros percevejos
- Aranhas (Arachnida)
 - alimentam-se de diversos insetos durante todo o seu ciclo de vida

Durante o levantamento bibliográfico foram encontradas referências que relacionam diretamente o comportamento de predação dos agentes de controle citados acima e os insetos-praga de interesse deste trabalho (Tabelas 2, 3 e 4).

5.3. Famílias botânicas atrativas

Plantas fanerógamas (que possuem sua estrutura de reprodução visível) são importantes como ferramenta para aumentar a conservação e a multiplicação dos inimigos naturais, principalmente predadores e parasitoides de pragas agrícolas (WACKERS, 2008 apud MEDEIROS, 2011). A diversificação vegetacional é uma ação importante para fornecer alimento nutritivo como néctar e pólen para os insetos benéficos, para tal, as plantas utilizadas devem entrar em floração antes da época de ocorrências das pragas, assim, quando as pragas chegarem aos cultivos, os inimigos naturais já estarão estabelecidos (MEDEIROS, 2010).

A seguir apresento as plantas mais citadas pela bibliografia como atrativas e mantenedoras de inimigos naturais em ecossistemas de cultivos. Comento, de forma geral, os potenciais cobenefícios que a introdução de cada espécie pode proporcionar ao produtor rural. Considero medicinais as plantas que possuem propriedades capazes de aliviar ou curar enfermidades, descritas pelo uso tradicional popular e/ou cientificamente. As plantas alimentícias são aquelas inseridas na alimentação geral da população e as alimentícias não convencionais possuem potencial alimentício e nutritivo, tem crescimento espontâneo, porém não são consumidas em larga escala (Tabela 1).

Tabela 1: Famílias e espécies botânicas atrativas para inimigos naturais e potenciais cobenefícios atrelados.

Famílias	Espécies	Cobenefícios atrelados
Asteraceae	Assa-peixe (<i>Vernonia ferruginea</i>) ^{1,2} ; Picão preto (<i>Bidens pilosa</i>) ^{1,2} ; Losna branca (<i>Parthenium hysterophorus</i>); Cravo de defunto (<i>Tagetes spp.</i>); Girassol (<i>Helianthus annuus</i>) ² ; Macelinha (<i>Achyrocline satureioides</i>) ² ; Dente-de-leão (<i>Taraxacum officinale</i>) ² ; Margarida (<i>Leucanthemum vulgare</i>); Falsa-serralha (<i>Emilia fosbergii</i>) ² ; Carqueja (<i>Baccharis trimera</i>) ²	Medicinal e alimentício não convencional
Amaranthaceae	Caruru (<i>Amaranthus sp.</i>) ¹ ; Apaga-fogo (<i>Alternanthera ficoidea</i>), <i>Alternanthera tenella</i> ¹	Alimentício não convencional
Apiaceae	Coentro (<i>Coriandrum sativum</i>) ¹² ; Endro (<i>Anethum graveolens</i>); Erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i>) ¹² ; Salsa (<i>Petroselinum crispum</i>) ¹²	Alimentício e medicinal
Brassicaceae	Nabo forrageiro (<i>Brassica rapa</i>) ¹ ; Mostarda (<i>Brassica nigra</i>)	Alimentício
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> ; Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	Subprodutos
Fabaceae	Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i>); <i>Cassia spectabilis</i> ; <i>Inga sp.</i> ; Guandu (<i>Cajanus cajan</i>) ²	Alimentício
Lamiaceae	Hortelã (<i>Mentha spicata</i>) ¹²	Alimentício e medicinal
Malvaceae	Açoita cavalo miúdo (<i>Luehea divaricata</i>), Mutamba (<i>Guazuma ulmifolia</i>) ¹²	Alimentício e medicinal
Poaceae	Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>); Milho (<i>Zea mays</i>) ²	Alimentício
Polygonaceae	Trigo mourisco (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	Alimentício
Solanaceae	Maria pretinha (<i>Solanum americanum</i>) ¹²	Alimentício não convencional ¹

Fontes: 1. Ranieri, 2021; 2. Lorenzi, 2008.

5.4. Diretrizes de manejo

Nesta etapa do trabalho, apresento as diretrizes⁸ de manejo para as áreas de restauração propostas com base na literatura estudada neste projeto e casos de sucesso que diversos outros pesquisadores citam como eficientes para aumentar o tempo de retenção e oferecer habitat com recursos atrativos para que os inimigos naturais estejam presentes no ecossistema.

A apresentação das diretrizes foi dividida de acordo com o seu tema e objetivo, foram: 1) criação de habitats e microhabitats atrativos e 2) oferta de alimentação nutritiva. Além dessas, trago diretrizes para serem aplicadas no manejo das áreas cultivadas, que irão colaborar para o aprimoramento que será feito nos corredores de floresta.

Cada diretriz acompanha uma breve justificativa, incluindo os seus cobenefícios e são apresentadas em ações prioritárias, complementares e facultativas dentro de cada tema. Considero as ações prioritárias aquelas essenciais para atrair e manter os inimigos naturais pela alimentação ou pela mudança de hábitat; as complementares são aquelas que intensificam às primeiras de forma bastante positiva; as facultativas oferecem apoio adicional ou buscam atingir objetivo secundário, mas podem ser substituídas pelo ótimo funcionamento da primeira e segunda.

1. Para oferecer alimentação nutritiva

Prioritária

1.1 Plantio de “plantas insetário” das famílias Apiaceae (funcho, coentro, salsa), Asteraceae (girassol, dente-de-leão, macelinha, margarida, falsa-serralha, picão-preto, carqueja, cravo-de-defunto), Amaranthaceae (caruru, apaga-fogo), Euphorbiaceae (mamona), Poaceae (sorgo, milho, milheto) e Polygonaceae (trigo-mourisco) nas áreas laterais (cerca de três metros) aos corredores de restauração florestal. Atentar-se a época do plantio e da floração para que o néctar e pólen estejam disponíveis no início do ciclo de vida das pragas

⁸ Diretrizes são declarações pelas quais se determina o curso de uma ação; são as linhas gerais, orientações, instruções.

As espécies das famílias citadas possuem flores nectaríferas, melíferas e nectaríferas-melíferas fornecendo néctar e pólen como alimento para o estágio de vida não-carnívoro dos predadores e a possibilidade de suplementar e/ou complementar a dieta na ausência das pragas, como ocorre para joaninhas que se alimentam também de pulgões (Figura 6). Alguns predadores precisam da energia e das proteínas do pólen para maturação sexual e desenvolvimento dos ovos (HICKMAN & WRATTEN, 1996 apud MEDEIROS, 2011). Todos os sete inimigos naturais que estudamos neste trabalho são atraídos por uma ou mais famílias botânicas citadas, conforme Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4.

Além destes, há estudos que comprovam que estas florações trazem outros agentes de controle biológico generalistas de interesse para demais pragas que são passíveis de ocorrer em cultivos agrícolas. (FIEDLER *et al.*, 2008, COLLEY; LUNA, 2000 apud AGUIAR-MENEZES, 2010).

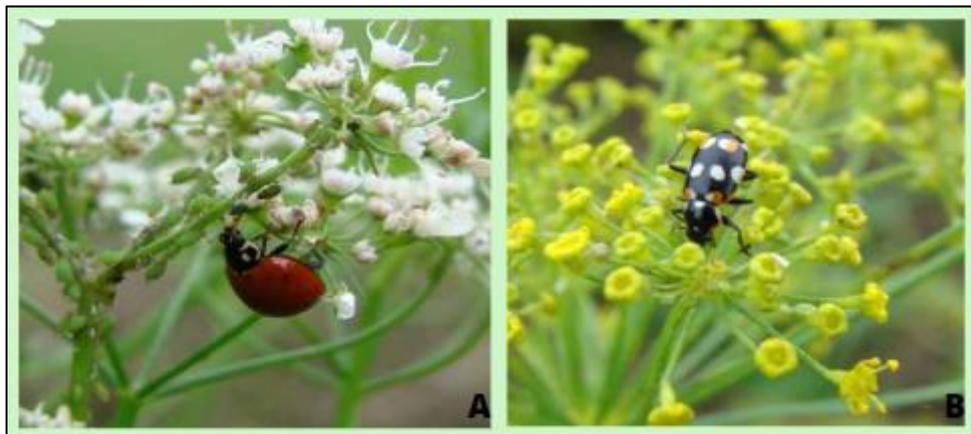


Figura 6: A) Adulto da joaninha *Cycloneda sanguinea* alimentando-se de pulgão (*Aphis spiraecola*) em flores de coentro; B) Adulto da joaninha *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) visitando as inflorescências de endro. Retirado de Aguiar - Menezes, 2011. Fotos de Elen de Lima Aguiar Menezes.

1.2 Intercalar o plantio da diretriz 1.1 com espécies da família Fabaceae (crotalária *Crotalaria sp* e feijão-guandu *Cajanus cajan*) nas áreas laterais (cerca de três metros) aos corredores de restauração florestal

A família Fabaceae (leguminosas), além de também possuir flores melíferas e nectaríferas, proporciona outros cobenefícios relevantes para a área, que serão aprofundados nas discussões. Como, por exemplo, são capazes de aumentar a fertilidade do solo, favorecendo o crescimento das plantas insetário e reduzindo

custos com adubação nas áreas restauradas. As associações de suas raízes também favorecem a permeabilidade da água no solo favorecendo o ciclo hidrológico. O feijão-guandu, espécie dessa família, é alimentício e pode ser colhido, beneficiado e gerar diversidade alimentar e complementação de renda para os produtores. As podas de leguminosas também fornecem adubação verde, que controlam o avanço de gramíneas agressivas, enriquecem a biomassa do solo e criam microclima favorável a diversos organismos (EMBRAPA, 2011).

É importante destacar que o percevejo-marrom da soja é citado como espécie que utiliza o feijão-guandu como abrigo para entrar em dormência na sua quarta geração, onde permanece até a primavera. Dessa forma, não é recomendado o plantio dessa espécie em áreas próximas aos cultivos de soja (CORRÊA-FERREIRA, 1999).

Facultativa

1.3 Oferta de mel no início do projeto

O enriquecimento ambiental com oferta de recursos alimentares pode aprimorar as ações de plantio de enriquecimento ambiental enquanto aguarda-se a época de floração das espécies de plantas-insetário e complementá-las quando estiverem disponíveis. Estudos mostram que para o predador generalista crisopídeo, além do pólen disponível de feijão-guandu e de mamona, a oferta de mel é diferencial para que a capacidade reprodutiva do crisopídeo seja alta. Constataram que as fêmeas que se alimentaram somente de pólen de mamona ou somente de mel não ovipositaram. Contudo, este experimento foi realizado em laboratório e compreendendo suas limitações em relação a aplicação em ecossistema aberto (VENZON, *et al.*, 2006). Um estudo encontrou pólenes da família *Poaceae* em maior quantidade no trato digestivo de crisopídeos, corroborando outros estudos que sugerem o plantio da família para atração desses inimigos naturais (ANDRADE, 2017). Neste trabalho sugerimos a oferta de mel em bebedouros do tipo chalesco.

Tabela 2: Relação dos inimigos naturais para cigarrinha-das-pastagens estudados neste trabalho e suas respectivas famílias botânicas atrativas.

Inimigos Naturais cigarrinha-das-pastagens	Família	Espécie e atratividade
Vespas	Apiaceae, Fabaceae	coentro, crotalária; locais para nidificação
Percevejos (Reduvídeo e <i>Orius</i> spp)	Asteraceae, Amaranthaceae	pólen e néctar de <i>Tagetes</i> <i>spp</i>
Moscas sirfídeos	Apiaceae	coentro e erva-doce
Aranhas	Apiaceae, Lamiaceae	Cravo-de-defunto, funcho, hortelã

Fonte: Smith (1965); Silveira et al. (2003) Rosado (2007); Oliveira (2009); (Tavares et al., 2009); Peres et al. (2009); Lixa et al. (2010); (Aguiar-Menezes, 2010); Resende et al. (2010); Medeiros (2010); Gott et al. (2010).

Tabela 3: Relação dos inimigos naturais para broca-da-cana estudados neste trabalho e suas respectivas famílias botânicas atrativas.

Inimigos Naturais broca-da-cana	Família	Espécie e atratividade
Tesourinhas	Fabaceae	milho e sorgo; crotalária
Crisopídeos	Asteraceae, Euphorbiaceae Poaceae, Fabaceae	pólen e néctar de <i>Tagetes</i> <i>spp</i>
Joaninhas	Asteraceae, Poaceae, Fabaceae	pólen de milho; pólen e néctar de <i>Tagetes spp</i> ; coentro; endro; crotalária
Vespas	Apiaceae, Fabaceae	coentro, crotalária; locais para nidificação
Percevejos (Reduvídeo e <i>Orius</i> spp)	Asteraceae, Amaranthaceae	pólen e néctar de <i>Tagetes</i> <i>spp</i>
Tesourinhas	Fabaceae	milho e sorgo; crotalária

Fonte: Smith (1965); Silveira et al. (2003) Rosado (2007); Oliveira (2009); (Tavares et al., 2009); Peres et al. (2009); Lixa et al. (2010); (Aguiar-Menezes, 2010); Resende et al. (2010); Medeiros (2010); Gott et al. (2010).

Tabela 4: Relação dos inimigos naturais para percevejo-marrom da soja estudados neste trabalho e suas respectivas famílias botânicas atrativas.

Inimigos Naturais percevejo-marrom	Família	Espécie e atratividade
Tesourinhas	Fabaceae	milho e sorgo; crotalária
Crisopídeos	Asteraceae, Euphorbiaceae Poaceae, Fabaceae	pólen e néctar de <i>Tagetes spp</i>
Joaninhas	Asteraceae, Poaceae, Fabaceae	pólen de milho; pólen e néctar de <i>Tagetes spp</i> ; coentro; endro; crotalária
Vespas	Apiaceae, Fabaceae	coentro, crotalária; locais para nidificação
Percevejos (Reduvídeo e <i>Orius spp</i>)	Asteraceae, Amaranthaceae	pólen e néctar de <i>Tagetes spp</i>
Tesourinhas	Fabaceae	milho e sorgo; crotalária

Fonte: Smith (1965); Silveira et al. (2003) Rosado (2007); Oliveira (2009); (Tavares et al., 2009); Peres et al. (2009); Lixa et al. (2010); (Aguiar-Menezes, 2010); Resende et al. (2010); Medeiros (2010); Gott et al. (2010).

2. Para criar habitats e microhabitats atrativos

Prioritária

2.1 Plantio de adensamento com mudas das famílias Malvaceae (*Luehea divaricata*, *Guazuma ulmifolia*) e Fabaceae (*Cassia spectabilis*, *Inga sp*) no espaçamento recomendado de 3 x 3 metros intercalado com as espécies atrativas citadas nas diretrizes 1.1 e 1.2 nas áreas laterais (cerca de três metros) aos corredores de restauração florestal

Estudos sugerem que nos espaços não ocupados pela regeneração natural, deve-se realizar o plantio de adensamento⁹ - técnica recomendada para áreas com baixa densidade de vegetação arbustiva-arbórea e em áreas de borda de fragmento

⁹ Plantio de adensamento consiste no plantio de mudas ou sementes de espécies de recobrimento - espécies arbustivas-arbóreas pioneiras ou secundárias iniciais que apresentam rápido crescimento e cobertura para acelerar a formação do dossel (BARBOSA, 2017).

(BARBOSA, 2017). O objetivo é que as plantas de adensamento substituam as leguminosas implantadas na diretriz 1.2 quando o período de podas de adubação verde iniciar-se, entre um a quatro anos após o plantio. Além disso, a incorporação das podas no solo irá beneficiar o desenvolvimento das mudas pioneiras e o adensamento da restauração (Figura 3).

Dessa forma, será incentivada a matocompetição controlando a expansão de espécies invasoras criando um ambiente sombreado e de microclima favorável para as plantas cultivadas. As espécies sugeridas são melíferas (MANENTE-BALESTIERI, 1999; RODRIGUES, 2015; BARBOSA, 2019) e o *Inga sp*, possui nectários extraflorais, estruturas estudadas como atraentes para inimigos naturais (REZENDE *et al.*, 2014). Recomendo o uso dessa técnica de plantio nas bordas dos corredores restaurados onde estão estabelecidas as gramíneas braquiárias com o objetivo de sombrear a área e evitar sua permanência.

Complementar

2.2 Inclusão de ninhos artificiais de bambu nas margens da restauração para espécies solitárias como vespas predadoras (Figura 7).



Figura 7: Exemplo de ninho artificial feito com bambu. A) Visto de frente com o orifício de entrada. B) Vista de lado. Elaborado pela autora (2022).

Oferecer locais para construção de ninhos é um recurso complementar que pode incrementar a população de inimigos naturais desejada. As vespas solitárias apresentam o comportamento de utilizar cavidades e orifícios pré-existent na natureza para construção dos seus ninhos. Os bambus possuem seções abertas em

uma extremidade que facilita a entrada da vespa e são fechadas na outra extremidade pelo próprio nó da planta. Tamanhos de aproximadamente 11 centímetros de comprimento e entre 0,5 e 1,5 de largura são suficientes (MEDEIROS, 2011).

Facultativa

2.3 Inclusão de espécies engenheiras físicas do ecossistema e plantas berçário dentro dos corredores de restauração em fase inicial de regeneração: arvoretas, palmeiras, bambus, ervas, lianas, bromélias, epífitas, hemiepífitas e parasitas

Levando em consideração que os corredores ecológicos restaurados na área apresentam estágios diferentes de regeneração da vegetação devido às diferentes datas de implantação, a diretriz 2.3 deve ser aplicada em áreas em que o processo de restauração é inicial e tem como objetivo fomentar o processo de regeneração da vegetação que irá beneficiar o controle biológico conservativo futuramente.

Para detalhamento das espécies a serem utilizadas, sugiro a Lista de Espécies Indicadas para Restauração Ecológica para Diversas Regiões do Estado de São Paulo, nesse caso, com ênfase nas recomendações para região sudoeste (BARBOSA, 2017). Importante atentar-se para escolha de espécies de bambus e lianas, onde serão alocadas e que tenham manejo cuidadoso, pois podem ser mais agressivas e atrasar o processo de regeneração natural.

2.4 Inclusão de poleiros naturais e artificiais com plantas atrativas (Figura 8).

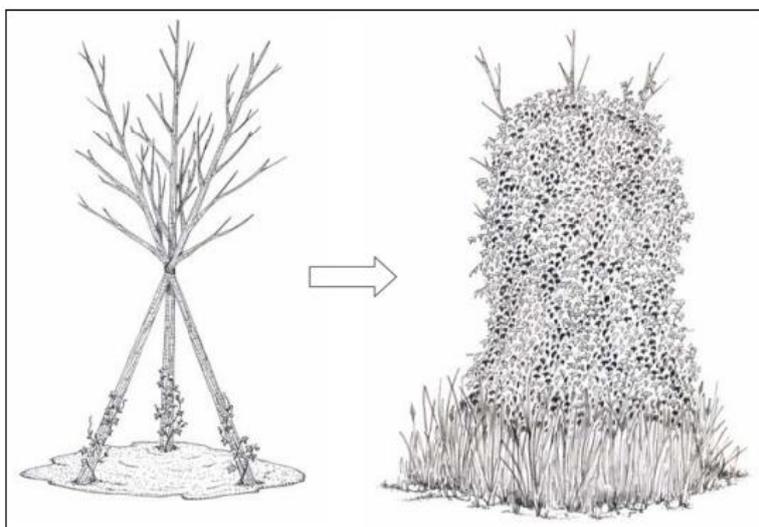


Figura 8: Poleiro do tipo “Torre” feito de varas de eucalipto, com 12 m de altura. À esquerda o poleiro seco com mudas de lianas e à direita após o crescimento das lianas fornecendo abrigo para aves e morcegos. Extraído de Bechara (2006).

Os dispersores de propágulos como aves e morcegos ajudam a acelerar o processo de restauração, além da possibilidade de transportarem para a área sementes que podem não ter sido incluídas no plantio de restauração, aumentando a diversidade de espécies (SILVA, 2003; JORDANO, 2006 apud RODRIGUES *et al.*, 2009). Poleiros artificiais com espécies atrativas podem se tornar pontos interessantes de repouso e forrageamento para esses animais e os trabalhos demonstram que o número de sementes dispersadas por animais que estavam sob os poleiros foi maior do que a quantidade obtida em locais sem tais estruturas (BECHARA, 2003, 2006 apud RODRIGUES *et al.* 2009). Conforme a restauração avança em seu processo de regeneração, há maior possibilidade de plantas atrativas colonizarem a área e fortalecerem o controle biológico conservativo.

A seguir, apresento o croqui visto de cima, da implantação das diretrizes 1.1, 1.2 e 2.1 nas áreas sugeridas (Figura 9).

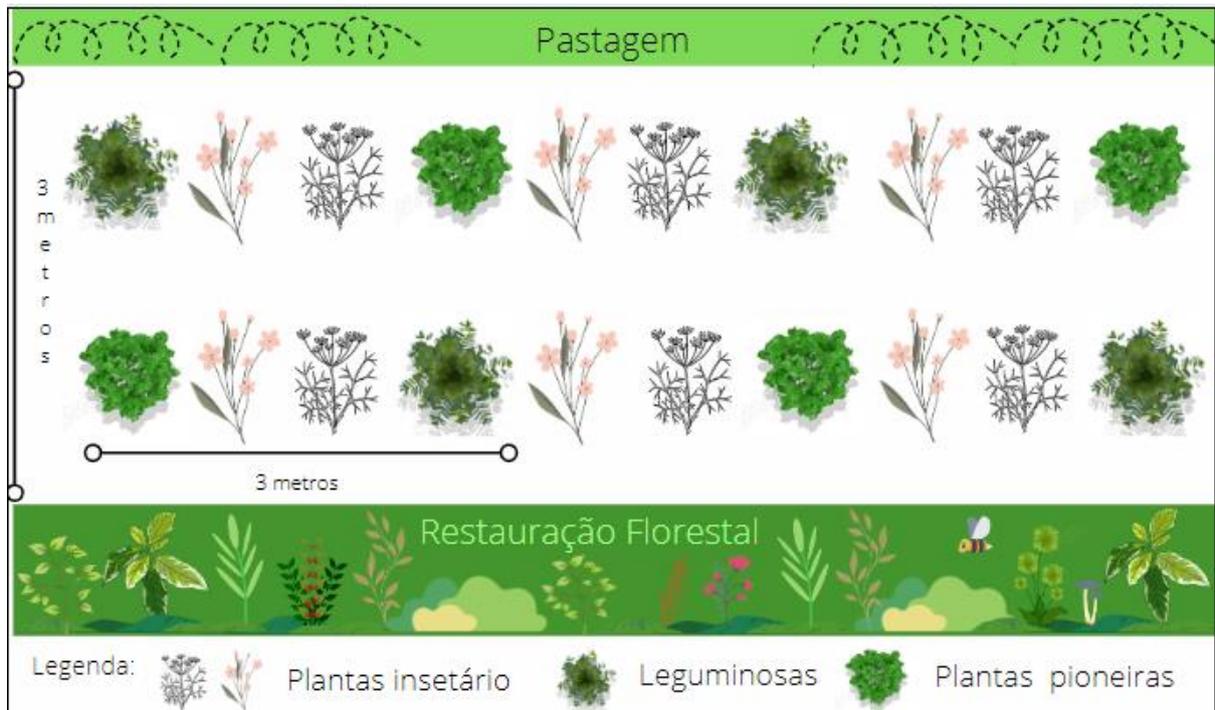


Figura 9: Croqui da implantação das diretrizes 1.1, 1.2 e 2.1 nas áreas laterais (três metros de largura) dos corredores de restauração florestal. Elaborado pela autora (2022).

3. Manejo de cultivo

Algumas práticas intervencionistas nas áreas plantadas podem fomentar ou prejudicar a ocorrência de controle biológico conservativo no agroecossistema. Dessa forma, proponho também ações de manejo para as áreas agrícolas que irão potencializar o trabalho realizado nas áreas de restauração:

Prioritária

3.1 Redução de intervenções agressivas como o uso de defensivos agrícolas não seletivos

O uso de defensivos agrícolas não seletivos pode ocasionar o efeito inverso do desejado nas culturas, uma vez que elimina não só os insetos considerados pragas, mas também seus inimigos naturais, predadores e parasitoides (MEDEIROS, 2010).

Complementar

3.2 Capina seletiva

As plantas espontâneas que sabidamente são fontes de recursos aos inimigos naturais chave, devem ser mantidas na área, visto que aumentam a efetividade do controle biológico conservativo e se trata de uma estratégia de baixo investimento, uma vez que os agricultores não precisarão adquirir sementes ou realizar o plantio (VENZON, 2019) (Figura 10). Nesse caso, elimina-se apenas as plantas realmente problemáticas e consideradas “daninhas” (AGUIAR-MENEZES, 2011). Exemplos das espécies espontâneas favoráveis são o caruru (*Amaranthus sp.*), apaga-fogo (*Alternanthera ficoidea*), picão-preto (*Bidens pilosa*) e outras da família *Asteraceae* como a serralha (*Sonchus oleraceus*).



Figura 10: Presença de joaninha (Coleoptera: Coccinellidae) em botão floral de serralha (*Sonchus oleraceus*) com pulgões. Embrapa Agrobiologia. Foto de Elen de Lima Aguiar-Menezes.

3.3 Implantação de ilhas para diversificação vegetal da paisagem agrícola

Áreas com maior diversidade de vegetação espontânea atrativa próximas aos cultivos agrícolas (*'beetle banks'*) funcionam para dispersão dessas plantas e retenção dos inimigos naturais que são favorecidos pela existência desses ambientes, como aranhas e besouros predadores (MAC LEOD *et al.*, 2004; AGUIAR-MENEZES, 2011). Além de funcionarem como trampolins ecológicos (*'stepping stones'*) contribuindo para a conectividade funcional e fomentar outros serviços ecossistêmicos como a regularização de processos erosivos do solo e regulação de

fluxos hídricos, se forem instaladas em áreas prioritárias para o controle de processos erosivos e recarga do lençol freático, comentado adiante.

Segundo estudos, especificamente as moscas sirfídeos, principais predadoras das cigarrinhas-das-pastagens, são mais capazes de detectar os odores das flores atrativas em ambientes mais simplificados como de paisagem cultivadas e terras aradas do que em áreas florestais com alta diversidade ecológica (HAENKE et al., 2009). Portanto, quando estão presentes na paisagem agrícola podem identificar mais facilmente a presença das plantas insetário que estão nas ilhas vegetadas, do que aquelas dentro das áreas de restauração. Elas podem ser implantadas em formato de círculos dentro do cultivo, corredores lineares nas extremidades onde não há corredor restaurado, ou ainda, adaptado conforme a propriedade e a paisagem (Figura 11).

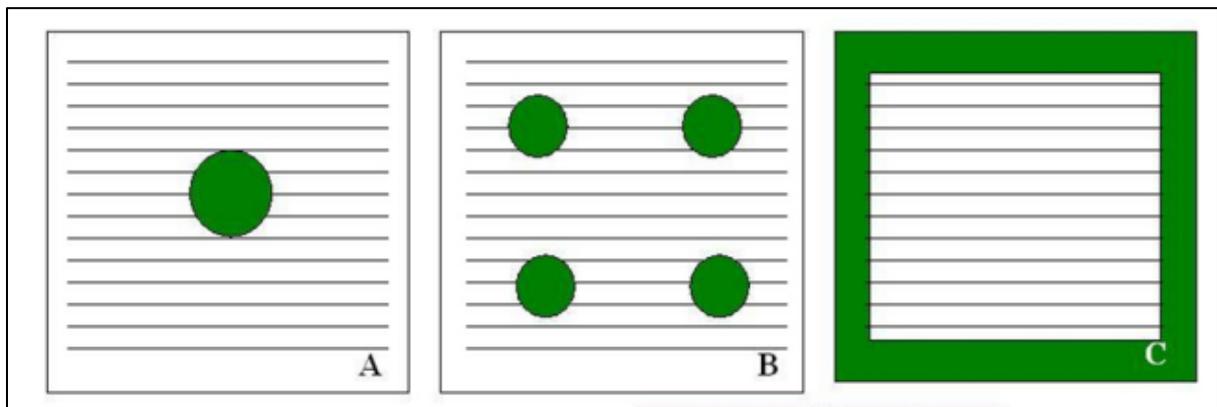


Figura 11: Formatos de implantação de ilhas de vegetação em cultivos agrícolas. A: ilha central, B: várias ilhas, C: bordas ao redor do cultivo. Extraído de Aguiar- Menezes (2011).

- intercalar cultivos de ciclo curto em áreas distantes das áreas de restauração

A presença e o florescimento de leguminosas no pasto funcionam como refúgio e abrigo para os inimigos naturais das pragas associadas às gramíneas de pasto, além de fornecerem alimento atrativo. As pastagens consorciadas que associam gramíneas-leguminosas, como as espécies já citadas anteriormente, apresentam uma grande vantagem que é a fixação de nitrogênio no solo, auxiliando a sua qualidade e, conseqüentemente, a qualidade do pasto. As leguminosas são um alimento de melhor qualidade nutricional que o capim para os bovinos, contribuindo para o ganho de peso e a eficácia do sistema pastoril. Para o manejo ser facilitado,

pode-se deixar as plantas florescerem para que ocorra a sementeira natural do próximo ciclo de plantas (PAULINO, 2003).

Ademais, para os períodos de condições mais favoráveis ao desenvolvimento das cigarrinhas-das-pastagens (estação chuvosa), o produtor pode ainda adotar esporadicamente o manejo de pastejo de carga animal na área. Deve-se atentar aos limites da espécie de pasto para que não ocorra superpastejo, que pode diminuir a alimentação do gado e reduzir a sua produtividade. O superpastejo também pode fragilizar a área e deixá-la mais favorável para o ataque de outras pragas.

A remoção da cobertura vegetal (restos de capina, matéria vegetal seca) presente no solo é outra estratégia que pode afetar o microclima do solo, criando um ambiente desfavorável ao desenvolvimento das cigarrinhas (EAST & POTTINGER, 1983 & EAST VALÉRIO & KOLLER, 1993; APUD SARTOR, 2009). Porém, neste manejo específico, como a cobertura do solo é importante para o ecossistema como um todo, recomendamos que antes do manejo de cobertura de solo com a palhada, haja a inserção de espécies atrativas para os inimigos naturais das cigarrinhas, uma vez que caso esses controladores não estejam próximos a área, a presença das cigarrinhas pode ser favorecida.

6. Discussão

Trago para discussão os pontos mais relevantes deste trabalho e que fornecem embasamento teórico sobre as interações flora-fauna aqui apresentadas para enriquecimento da compreensão dos valores agregados e cobenefícios da aplicação das diretrizes de manejo apresentadas.

6.1. Cobenefícios atrelados

6.1.1. Família Fabaceae

A diversificação vegetal faz com que o ambiente agrícola seja mais estável ao longo do tempo de forma semelhante ao que ocorre nos ecossistemas naturais, e dessa maneira diminuir a necessidade de intervenção, como por exemplo, uso de defensivos agrícolas para controle de pragas, auxiliando na conservação de diversas espécies de inimigos naturais (MEDEIROS, 2010). O plantio de espécies atrativas nos encontros dos cultivos agrícolas com os corredores de restauração aumenta o tempo de presença e a eficiência de inimigos naturais nas áreas.

Espécies de plantas leguminosas, da família Fabaceae, como a crotalária e o guandu, tem como característica a fixação de nitrogênio no solo a partir da associação de suas raízes com bactérias nitrificantes (bactérias que transformam nitrogênio gasoso em absorvível). Essa característica é relevante porque o nitrogênio é um dos macronutrientes mais importantes para o crescimento das plantas, portanto, um solo rico em nitrogênio é um solo mais fértil. Esse processo natural de fertilização do solo faz com que, em certo grau, seja possível a redução de custos com a adubação quando se utiliza essas espécies na área. Essa família também favorece a população de fungos nas raízes, aumentando a absorção de água e nutrientes (EMBRAPA AGROBIOLOGIA, 2011).

O plantio de feijões, como o guandu, por exemplo, pode proporcionar outros cobenefícios. Além da fertilidade do solo, durante a frutificação da espécie, o produtor poderá armazenar o seu próprio estoque de sementes para próximos plantios e reduzir custos de compra e, principalmente, ser beneficiado com a colheita dos feijões, que podem ser vendidos em feiras locais e para o seu próprio consumo.

As podas das leguminosas colaboram com a adubação verde - são plantas ricas em biomassa, seus galhos e folhas quando incorporados ao solo como cobertura melhoram as condições físicas, químicas e biológicas do solo, além de possibilitar a redução de custos com adubação nesses espaços. Deve-se atentar para o período correto de manutenção com podas para evitar que os arbustos fiquem em altura excessiva e reste espaço no solo possibilitando o crescimento das braquiárias. Ademais, são eficientes controladoras de crescimento de espécies competidoras (BIOFLORA, 2015). Dessa forma, é recomendável o uso de Fabaceae para benefícios dos cultivos e das áreas de restauração. Estas espécies entram em senescência entre um a quatro anos após o plantio, por isso, deve-se atentar-se à espécie escolhida e seu tempo de vida para realizar a manutenção quando necessário (BIOFLORA, 2015).

6.1.2. Solo

Dentre os organismos engenheiros do ecossistema que fazem parte da fauna do solo, o coró-da-pastagem (*Diloboderus abderus*) recebeu a nomenclatura de “praga útil”, uma vez que suas larvas fazem grandes galerias no solo trazendo benefícios à fertilidade e a física do solo (GASSEN, 2000 apud AQUINO, 2005). A

microfauna e a mesofauna também contribuem para a ciclagem de nutrientes e estrutura do solo em diferentes processos.

Um estudo avaliou três sistemas de preparo do solo (plantio direto, plantio convencional e plantio mínimo) e os grupos funcionais de fauna de solo associados. O cultivo mínimo apresentou menor quantidade de pragas e mais herbívoros benéficos que os outros sistemas. O plantio direto e o mínimo apresentaram mais organismos detritívoros e predadores que o plantio convencional, que mostrou-se com maior incidência de pragas e menor diversidade de outros organismos importantes (ROBERTSON *et al.*, 1994 apud AQUINO, 2005). Os herbicidas, fungicidas e inseticidas, em geral, causam a redução da comunidade de fauna do solo, seja por efeito direto nos organismos ou pela simplificação do habitat, reduzindo a cobertura viva (WARDLE, 1995, apud AQUINO, 2005).

O solo é a base que sustenta o agroecossistema, quanto mais fértil e mais bem estruturado química e biologicamente, menos intervenções serão necessárias para melhorar ou corrigir processos, conseqüentemente a vegetação será mais saudável e o ecossistema tem mais chances de reequilibrar a teia alimentar.

6.1.3. Proprietários e produtores rurais

Como pretendo abordar na cartilha que acompanha este trabalho, a introdução de projetos de controle biológico conservativo em propriedades rurais traz consigo possibilidades que podem ser estruturadas de forma positiva, beneficiando o proprietário, o produtor e o entorno da área rural. Trato da regularização ambiental, buscando incentivar o plantio de florestas em áreas de preservação permanente e reserva legal das áreas rurais.

As APPs que forem recuperadas ou plantadas, segundo a resolução do Conama nº429 de 2011, devem utilizar espécies nativas do ecossistema onde estão inseridas, adotar medidas de controle de espécies vegetais exóticas invasoras e de controle de erosão dentre outras que contribuem, a longo prazo, para o desenvolvimento de um ecossistema que poderá prestar o serviço ecossistêmico de controle biológico de pragas. É interessante que essas áreas estejam próximas aos cultivos agrícolas para que aumentem a complexidade da paisagem e para que possam ser planejadas e manejadas para otimizar o seu potencial como abrigo de inimigos naturais.

A mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*), por exemplo, é considerada um sério problema econômico da pecuária, uma praga agressiva e comum em bovinos, que causa picadas dolorosas e grande desconforto aos animais que acabam se alimentando menos e, portanto, tem seu peso e produção reduzidos (SAUERESSIG, 1999). As fêmeas fecundadas colocam os ovos nas fezes dos bovinos, que passam pelos estágios de larva e pupa ainda na massa fecal. Mundialmente, o inimigo natural mais viável para o controle da mosca-dos-chifres é o besouro coprófago africano (*Onthophagus gazella*), que se alimenta de fezes. A espécie destrói o bolo fecal, tornando-o desfavorável para o desenvolvimento dos ovos, além de incorporar a matéria orgânica no solo, criando poros contínuos na superfície (ADAMS, 2016). Em paisagens agrícolas brasileiras, áreas de vegetação remanescentes contribuem para a existência de besouros coprófagos nativos que auxiliam, em menor escala, o controle da mosca-dos-chifres (BATISTA, 2019).

Além da regularização ambiental, o proprietário que investir em ações nesse sentido tem grandes chances de reduzir gastos futuros utilizando-se dos diversos cobenefícios associados aqui apresentados, como adubação verde, redução de manejos e compra de defensivos agrícolas e diversificação de produtos finais para venda.

6.2. Espacialização

Em agroecossistemas com presença de barreiras físicas como faixas florestadas e rios, existe a possibilidade desses espaços terem efeito impeditivo de dispersão de pragas agrícolas entre uma área infestada e outra. Por exemplo, para um tipo de mosca da fruta da região amazônica, uma densa faixa de vegetação entre os estados do Pará e o Amapá, assim como a presença de um rio, mesmo que transitável por barco, funcionam como isolamento geográfico contra o espalhamento das moscas para outros locais. No Vale do Jari, na mesma região, uma faixa de vegetação nativa também impede o avanço da mosca-da-carambola (SILVA, 2011). Dessa forma, é possível que as áreas de APP e RL restauradas a partir de projetos como este, também funcionem como barreiras físicas, retardando ou até impedindo a dispersão das pragas presentes nas culturas. No caso deste projeto, a recomendação de plantio de faixas de leguminosas ainda reforçam a barreira física para dispersão das cigarrinhas-das-pastagens, uma vez que se alimentam exclusivamente de

gramíneas e com o plantio de enriquecimento haverá redução do espaço e substrato que a praga vive (TOWNSEND, *et al.*, 2001).

Em outro viés sobre a paisagem, um estudo recente realizado em matrizes de café e pastagens, em São Paulo e Minas Gerais, apresenta resultados que sugerem que fatores como a cobertura florestal da paisagem, a proximidade ao interior das florestas e a semelhança de cultivos ao habitat natural aumentam as taxas de predação de pragas por aves e artrópodes. São recomendadas ações que melhorem a qualidade dos cultivos e a interação entre os cultivos e a floresta e manejos que busquem aumentar a cobertura florestal da paisagem (HOHLENWERGER, 2022).

Especialmente para as aves, matrizes que apresentam baixas taxas de diferenças estruturais em relação ao habitat nativo do grupo, apresentam duas vezes mais taxas de predação, indicando que a similaridade do cultivo ao habitat é um fator relevante para a presença do grupo como agentes de controle. O mesmo estudo também sugere que o controle biológico conservativo é mais eficiente em escalas maiores (no mínimo três quilômetros) para agentes de controle como formigas e aves (HOHLENWERGER, 2022).

6.3 Solução Baseada na Natureza

Atualmente, inúmeros organismos considerados pragas afetam a produtividade de cultivos agrícolas, seja em pequena ou larga escala, em todo o mundo. As mais diversas espécies existentes nesses ambientes fazem parte de uma teia alimentar complexa que está em desequilíbrio.

O controle biológico conservativo busca restaurar o equilíbrio dessa teia alimentar, utilizando como base as relações ecológicas já existentes na natureza, fomentando ações que transformem paisagens agrícolas em habitats de estrutura complexa, com maior diversidade ecológica de flora e fauna. Projetos nesse sentido irão trabalhar a estruturação da paisagem para atrair e manter os inimigos naturais das pragas próximas às áreas de cultivo.

Neste tipo de controle biológico proprietários rurais e agricultores tem uma enorme vantagem, podem ser capacitados a compreender e implantar em suas áreas, é possível ainda realizar parcerias públicas e privadas para a execução das etapas do projeto. Existe uma enorme vantagem que acompanha a regularização ambiental e o aproveitamento dessas áreas para a implantação do projeto, a redução de custos com perda de produção, defensivos agrícolas, capina química e mecânica e demais.

O projeto pode ser capaz de caracterizar a paisagem atual do território agrícola, realizar monitoramento de resultados e impactos das medidas executadas e ajustar e adaptar ações para reprodução em outras áreas.

O controle conservativo de pragas está alinhado com a redução de substâncias químicas nocivas expostas à água, ao ar e a todos os seres vivos, portanto, protege a saúde das pessoas que vivem no campo e das pessoas que consomem esses cultivos, promove a agricultura sustentável, a conservação da biodiversidade, revitaliza o ecossistema e contribui para a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

7. Complementações

7.1. Controle biológico inundativo

As diretrizes recomendadas neste projeto impactam positivamente e podem aumentar a eficácia de atuação do controle biológico inundativo, aquele que libera em grandes quantidades os organismos controladores nas culturas. Dessa forma, é possível associá-lo ao controle biológico conservativo, desde que de forma bem estruturada, ampliando as possibilidades de controle de pragas na propriedade.

Nesse caso, como as áreas vegetadas estarão sendo otimizadas para manter a alimentação dos predadores naturais com pólen e néctar - que em vários casos também atende a dieta dos parasitoides em algum período da vida - os organismos liberados serão capazes de se alimentar, terão tempo para maturação dos ovos e poderão estar presentes por mais um ciclo reprodutivo naquele ambiente, reduzindo os custos com as liberações, que deverão ser menos frequentes por estarem associadas ao controle natural de pragas.

Apresento a seguir alguns insetos especialistas (estratégias de curto prazo) com esse potencial para controlar as espécies de pragas presentes na Fazenda Rosanela como complementação às ações apresentadas neste trabalho.

Broca-da-cana (*Diatraea* sp)

- *Tricrograma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae); (MOLNÁR, 2016)
 - parasitoide de ovos da broca-da-cana
- *Cottesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae); (MOLNÁR, 2016)
 - parasitoide das lagartas de broca-da-cana

Percevejo-marrom (*Euschistus heros*)

- *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae); (MEDEIROS, 1988; PACHECO, 2000)
 - parasitoide de ovos de percevejo-marrom

Cigarrinha-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae)

- *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae) (KOLLER, 1988)
 - alimento exclusivo do seu período larval: ninfas de cigarrinha-das-pastagens
- *Porasilus barbiellinii* (Diptera: Asilidae) (BUENO, 1984)
 - preferência alimentar predominantemente por cigarrinhas-das-pastagens adultas
- *Anagrus urichi* Pickles (Hymenoptera: Mymaridae) (VALERIO, 2005)
 - parasitoide de ovos de cigarrinha-das-pastagens

7.2. Instrumentalização das pessoas

É importante que as pessoas que de fato irão a campo realizar as ações de manejo explanadas neste trabalho, estejam instrumentalizadas e treinadas quanto às ações técnicas de campo, como semeadura, plantio de mudas, instalação de atrativos.

Para a execução de algumas diretrizes propostas neste projeto, é possível a realização de treinamentos e parcerias, tanto locais, de pequenos produtores vizinhos, quanto de empresas terceirizadas. De forma que possamos compartilhar as experiências adquiridas e conhecimentos deste trabalho e contar com apoio das pessoas interessadas para manutenção de ações como oferta de mel e néctar complementares nas áreas de restauração, semeadura de espécies atrativas e instalação e manutenção dos ninhos e poleiros artificiais.

A possibilidade do treinamento coletivo e a aproximação com produtores locais é uma oportunidade importante para troca de experiências acerca dos cultivos da região e formas de lidar com os insetos considerados pragas. As mesmas parcerias podem auxiliar a realização do monitoramento das espécies que estão presentes no local, futuramente, através de armadilhas e observação.

7.3. Monitoramento de resultados

Criar um processo que organize o monitoramento das diretrizes implantadas nas áreas de restauração é muito importante para consolidarmos informações sobre a necessidade de manutenção dos enriquecimentos e sobre a eficácia das ações implantadas.

A partir do monitoramento poderemos avaliar, por exemplo, a periodicidade de replantio das famílias botânicas selecionadas, tanto nas áreas de restauração, quanto nas bordas dos corredores. Também é possível realizar o monitoramento dos inimigos naturais e das pragas que estão presentes nas áreas de restauração e nas áreas de cultivo, comparando ao longo das estações do ano e da distribuição espacial as mudanças na população para obtermos dados de presença e sobrevivência, identificando se os manejos de atração estão sendo eficientes no controle biológico conservativo.

Em um estágio mais avançado, podemos realizar o monitoramento de impacto, associando-se a trabalhos que estudem o dano que as pragas causam em cada cultura da Fazenda ao longo do tempo e assim observar se o mesmo está sendo reduzido significativamente após o início do projeto. Também é possível monitorar os cobenefícios associados e as melhorias significativas na propriedade e seus arredores.

7.4. Limitações

A intenção do desenvolvimento das diretrizes de manejo é otimizar os espaços considerados subutilizados nas áreas restauradas e aprimorar o desenvolvimento da restauração em si, com o objetivo que as elas sejam funcionais oferecendo o serviço de controle biológico de pragas naturalmente.

Dentre as limitações das diretrizes de manejo propostas por este trabalho estão a não indicação precisa do cronograma de plantio das espécies sugeridas, informação de grande relevância para o produtor rural aplicar de forma eficiente as diretrizes de manejo. O desenvolvimento pleno das espécies de plantas sugeridas para cada local indicado que podem, porventura, apresentar questões de adaptação e as florações e não ocorrerem na época esperada, fato que pode acontecer devido a condições externas como insolação, chuvas e outras também é uma fragilidade das recomendações.

Este trabalho propõe as linhas gerais de manejo para uma área de restauração e de cultivos agrícolas pré-existentes. Para que resultados mais precisos sejam alcançados, é interessante que a área seja previamente caracterizada física e biologicamente e tenha os plantios e áreas-fonte de inimigos naturais planejados e implantados de acordo com os objetivos de produção. Conhecendo características de solo, de vegetação, fauna de invertebrados e até de vertebrados, as espécies que se pretende cultivar, a sazonalidade dessas espécies e as intenções e necessidades do produtor rural, é possível redesenhar o agroecossistema de forma que não só o controle biológico de pragas, mas outros serviços ecossistêmicos sejam favorecidos.

Compreendo a relevância do estudo proposto que foi embasado em inúmeros trabalhos científicos, porém, sua eficiência depende de diversos fatores inerentes à dinâmica ecológica das muitas espécies da fauna e flora que participam direta ou indiretamente dos processos ecológicos que resultam no serviço ecossistêmico de controle biológico. É um trabalho teórico e, portanto, apresenta limitações que podem e devem ser testadas e aprimoradas em campo. A aplicação prática é importante não só para estimar a sua eficácia na prevenção das perdas econômicas, mas para aprimorar e adaptar o projeto e sugestões de estudos complementares.

7.5. Recomendações de estudos e complexidades

Estudos de levantamento e caracterização de fauna de invertebrados e flora, bem como das culturas locais são importantes para se conhecer a entomofauna e a diversidade de flora presente, uma vez que são variáveis de acordo com a realidade regional e áreas onde será aplicado o manejo.

Em relação às pragas, sugerimos estudos que mostram a quantidade e diversidade de espécies de pragas de interesse, partindo das bordas próximas às áreas de restauração e adentrando os plantios. Esses dados possibilitam o planejamento estratégico dos cultivos agrícolas e da paisagem florestal local com foco no controle biológico das pragas. Estudos indicam que quanto maior a cobertura vegetal em escalas locais, maiores as possibilidades de pressão predatória de vertebrados como aves e morcegos sobre artrópodes predadores de pragas - interação antagônica (HOHLENWERGER, 2022). Para compreendermos como a estrutura da paisagem afeta a diversidade de inimigos naturais, é importante estudarmos quais aspectos ecológicos dessa interação afetam o serviço ecossistêmico.

Com a implantação de ilhas vegetadas, pode-se planejar a propriedade para fomentar também os serviços ecossistêmicos de regularização de processos erosivos do solo e regulação de fluxos hídricos, prevenindo a degradação do solo, enchentes ou secas muito severas e conseqüente prejuízo nos cultivos. Dessa forma, recomendamos estudos complementares que verifiquem o potencial de implantação de práticas mecânicas e vegetativas como as barraginhas com canais de drenagem pela propriedade e barreiras vegetadas, desenvolvendo modelos que sejam eficazes para otimizar a captação de água de chuva, a infiltração de água no solo, o carregamento dos lençóis freáticos, evitando as enxurradas. As ações citadas são capazes ainda de aumentar a produtividade da pecuária protegendo o solo, enriquecendo as fontes de água na propriedade e favorecendo a polinização das culturas lindeiras.

Dentro dessa linha, recomendamos também estudos que avaliem a atuação de sistemas agroflorestais (SAF) no entorno dos cultivos agrícolas. Esses sistemas, assim como corredores de plantas nativas, contribuem para a segurança alimentar dos trabalhadores do campo e também funcionam como culturas de barreira, quebra vento e para recuperação de áreas degradadas, além de serem capazes de contribuir para a manutenção de inimigos naturais no agroecossistema (HARTERREITEN-SOUZA *et al.*, 2014).

Recomendamos que seja feito um estudo de viabilidade técnico-econômica de aplicação das diretrizes propostas neste trabalho, com intuito de esclarecer para os produtores rurais como realizar a implantação maximizando os efeitos e reduzindo os custos. Conduzir um projeto demonstrativo em propriedades rurais com cenários diversos de culturas agrícolas e paisagens tem potencial para enriquecer o contexto de implantação também.

As árvores e plantas em uma fitofisionomia nativa comunicam-se entre si sobre ataques e perigos pelo que os cientistas estão chamando de “*wood wide web*”, sabemos que os finos filamentos de fungos são parte dessa transmissão de informações. Mesmo quando solitárias, algumas espécies são capazes de perceber a herbivoria acontecendo e através de sinais elétricos, em algum tempo, as folhas começam a liberar substâncias defensivas para cessar o ataque. Para algumas espécies, as substâncias defensivas liberadas pela planta que está sendo predada são percebidas em tempo, fazendo com que os indivíduos ao redor consigam se

prevenir também liberando esses compostos odoríferos voláteis (WOHLLEBEN, 2017).

Nos plantios de monocultura, as plantas não são capazes de comunicarem-se seja por cima ou por baixo da terra, parecem saudáveis, porém não recebem sinais de alerta e, também por isso, são mais vulneráveis às pragas. É recomendado que os agricultores voltem a inserir elementos da floresta em seus cultivos para estimular essa comunicação (WOHLLEBEN, 2017).

8. Conclusões

As diretrizes de manejo propostas nesse estudo tem o potencial de fomentar o controle biológico conservativo em áreas com sistemas de cultivos agrícolas. O plantio de espécies-insetário, enriquecimento das bordas de cultivo e a criação de hábitat para os inimigos naturais são exemplos de ações que aumentam a probabilidade de o controle biológico voltar a ocorrer naturalmente. Destaco, que para a viabilidade de implantação das diretrizes seja otimizada para os produtores rurais, é essencial que um estudo do contexto técnico-econômico seja conduzido.

A restauração florestal em agroecossistemas apresenta grande potencial para restabelecer os serviços ecossistêmicos prestados por florestas. A prática do controle biológico natural é acessível aos proprietários rurais que podem implementá-las em suas áreas agrícolas, planejando e direcionando a paisagem e projetos de restauração para otimizar o controle conservativo de pragas nas culturas lindeiras e reduzir os custos com o controle químicos de pragas, além de otimizar a produção, o tempo de permanência e a qualidade da plantação. A agrobiodiversidade atinge diferentes escalas de cobenefícios como terrenos e cultivos mais resilientes em termos de polinização, qualidade do solo, da água, das interações tróficas e agroecossistemas regenerantes da paisagem, que são mais sustentáveis e saudáveis para quem cultiva, para o entorno, para os consumidores finais e para conservação regional.

9. Referências bibliográficas

ADAMS, G. A.; RAUBER, L.; KAISER, D. **O papel dos besouros coprófagos na melhoria das condições físicas do solo em pastagens**. Santa Catarina: Chapecó, v.1 n.6, 2016.

AGUIAR-MENEZES, E. L.; SILVA, A. C. **Plantas atrativas para inimigos naturais e sua contribuição no controle biológico de pragas agrícolas**. Documentos, 283. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011. 60 p.

AGUIAR-MENEZES, Elen de Lima. Plantas como fonte de polens para uso no controle biológico conservativo. *In*: VENZON, Madelaine. **Controle alternativo de pragas e doenças: opção ou necessidade?**; Belo Horizonte: EPAMIG, 2021.p.(79)-(87).

ANDRADE, K. A. *et al.* Pollen Ingestion by *Chrysoperla externa* (Hagen) Adults in a Diversified Organic Agroecosystem. **Neotropical Entomology**, 47(1), 118–130. May, 2017.

AQUINO, A. M. CORREIA, M. E. F. **Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo**. Documento 201. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p.52.

BATISTA, C. Besouro conhecido como “rola-bosta” ganha destaque nas telas e nas pesquisas. *In*: **Portal UFLA**. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais: Lavras, 15 ago. 2019. Disponível em: <https://ufla.br/noticias/pesquisa/13164-besouro-conhecido-como-rola-bosta-ganha-destaque-nas-telas-e-nas-pesquisas>. Acesso em 07 jul. 2022.

BARBOSA, F. S. *et al.* Potencial das flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011; p. 101-110.

BARBOSA, L. M.; SHIRASUNA, R. T.; LIMA, F. C.; ORTIZ, P. R. T.; BARBOSA, K. C.; BARBOSA, T. C. **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2017.

BARBOSA, G. M. N.; **Manual de restauração da vegetação nativa do estado do Tocantins**. Tocantins: Naturatins: 2019, 124.

BENGTSSON, J.; Biological control as an ecosystem service: partitioning contributions of nature and human inputs to yield. **Ecological Entomology**, 2015; 40, 45–55.

BECHARA, F.C. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2006. 249p.

BIOFLORA, T. R. **Manual de Restauração Ecológica**. Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF/ESALQ/USP); Laboratório de Silvicultura Tropical (LASTROP/ESALQ/USP); Piracicaba, 2015.

BRAZIL, T.K. 2009. Araneae. **Museu de Zoologia Virtual**. Bahia, 2009. Disponível em: Museu de Zoologia Virtual, Universidade Federal da Bahia, (http://www.mzufba.ufba.br/WEB/MZV_arquivos/artropodes_aranhas.html). Acesso em 01 de Abril de 2022.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.

BUENO, V. H. P.; **Ocorrência e aspectos etológicos de *Porasillus Barbiellinii*, Curran, 1934 (Diptera, Asilidae) predador da cigarrinha-das-pastagens *Deois Flavopicta* (Stal, 1954) (Homoptera, Cercopidae) em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf**. Piracicaba: São Paulo, 1984.

CEBDS; **Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável**, 2021.. Acesso em 25 de fevereiro de 2020. Disponível em <<https://cebds.org/para-entender-as-solucoes-baseadas-na-natureza/#.YhiwYOjMLIU>>

CORRÊA-FERREIRA, B.S.; PANIZZI, A.R.; **Percevejos da soja e seu manejo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Circular Técnica 24. 1999. 45p.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, 2000. Resolução nº 429, 29 de Fevereiro de 2011. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/resolucao_conama_429-11.pdf>.

DOBSON, A. *et al.* Habitat loss, trophic collapse, and the decline of ecosystem services. **Ecology**, 87(8), 2006.

EMBRAPA; Serviços Ambientais. Disponível em <[FAHRIG, L.; PALOHEIMO, J. Determinants of local population size in patchy habitats. **Theoretical Population Biology**, 34\(2\), 1988. 194–213.](https://www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais/sobre-o-tema#:~:text=Estes%20incluem%20servi%C3%A7os%20de%20provis%C3%A3o,matriciais%20(MEA%2C%202005).>>.</p></div><div data-bbox=)

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle Biológico de Pragas na Agricultura**. Brasília: DF: EMBRAPA, 2020.

FRAGA, R. G.; SAYAGO, D. A. V. Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. **Parcerias Estratégicas**, v. 25, n. 50, p. 67-82, 2021.

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop-water relations**. New York: Wiley-Interscience, 1983. p. 445-479.

GRAZIA, J.; CAVICHIOLI, R. R. WOLF, R. R. S.; FERNANDES, J. A. M.; TAKIYA, D. M. Hemiptera. Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 347-405.

HARTERREITEN-SOUZA, É. S., TOGNI, P. H. B., PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. **Agroforestry Systems**. 2014. 88(2), 205–219.

HOHLENWERGER, C.; TAMBOSI, L. R.; METZGER, J. P.; Forest cover and proximity to forest affect predation by natural enemies in pasture and coffee plantations differently. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 333, p. 107958, 2022.

HOUGHTON, J. T., JENKINS, G. J.; EPHRAUMS, J. J. **Climate change: the IPCC scientific assessment**. American Scientist; United States, 1990, 80(6).

KOLLER, W. W. **Ocorrência de cigarrinha-das-pastagens e de seu predador natural *Salpingogaster nigra* Schiner sob o efeito de sombreamento**. Campo Grande, EMBRAPA-CNPQC, Documentos 37, 1988. 15p.

KOMONEN, A.; PENTTILK, R.; LINDGREN, M.; HANSKI, I. Forest fragmentation truncates a food chain based on an old-growth forest bracket fungus. **Oikos**. 2000. 90: 119- 126.

KONRADSEN, F. *et al.* Reducing acute poisoning in developing countries—options for restricting the availability of pesticides. **Toxicology**, 2003. 192(2-3), 249–261.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat Management to Conserve Natural Enemies of Arthropod Pests in Agriculture. **Annual Review of Entomology**, 2000; 45(1), 175–201.

LOEBMANN, D.; MAI, A. C. G.; LEGAT, A. P.; ARZABE, C. **Animais Peçonhentos: Aranhas**; Embrapa, Teresina, Dezembro, 2004.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Em Debate**, 2018, 42(117), 518–534.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MACLEOD, A.; WRATTEN, S. D.; SOTHERTON, N. W.; THOMAS, M. B. “Beetle banks” as refuges for beneficial arthropods in farmland: long-term changes in predator communities and habitat. **Agricultural and Forest Entomology**, 2004, 6(2), 147–154.

MARINONI, L.; MORALES, M.N.; SPALER, I. Illustrated key for the genera of Syrphinae (Diptera, Syrphidae) of occurrence in the South of Brazil. **Biota Neotropical**. Jan/Apr 2007 vol. 7, no. 1.

MANENTE-BALESTIERI, F. C. D. L; MACHADO, V. L. L. Entomofauna visitante das flores de *Cassia spectabilis* (L.) DC.(Leguminosae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, 1999, p. 429-437.

MEA. **Millenium Ecosystem Assessment**. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, 2005. Disponível: <http://www.millenniumassessment.org/en/Synt%20thesis.html>.

MEDEIROS, M. A. *et al.* **Princípios e práticas ecológicas para o manejo de insetos-praga na agricultura**. Brasília: Emater-DF, 2010. 44p; il.

MEDEIROS, M. A.; LOIACONO, M. S.; BORGES, M.; SCHIMIDT, F. G. V. **Incidência natural de parasitoides em ovos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) encontrados na soja no Distrito Federal**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 1998, 33. 1431-1435.

/

MOLNÁR, S.; LÓPEZ, I.; GÁMEZ, M.; GARAY, J. A two-agent model applied to the biological control of the sugarcane borer (*Diatraea saccharalis*) by the egg parasitoid

Trichogramma galloi and the larvae parasitoid Cotesia flavipes. **Biosystems**, 141, 45–54; 2016.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, p. 853–858, 2000.

NAVA, D. E.; PINTO, A. S.; SILVA, S. D. A. **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar**. Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E), 2009.

NUNES, M. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Danos causados à soja por adultos de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae), sadios e parasitados por *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 109-113, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4 B, p. 793–810, 2000.

PACHECO, D. J. P. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em Populações de Percevejos Pragas da Soja; Instituto Biológico, Caixa postal 298, 19100-000, Presidente Prudente, São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. 29(2): 295-302, 2000.

PALMER, M. A.; AMBROSE, R. F.; POFF, N. L. Ecological Theory and Community Restoration. **Restoration Ecology**, v. 5, n.4, p.291-300, 1997.

PAULA, M. D. **Papel da Biodiversidade na Retenção de Carbono em uma Paisagem Fragmentada da Mata Atlântica Nordestina**. Pernambuco: Recife, 2009.

PAULINO, V. T.; PAULINO, T. S. Avanços no manejo de pastagens consorciadas. **Revista científica eletrônica de agronomia**. ed.3 n.3. jun, 2003.

RANIERI, G. **Matos de Comer: Identificação de plantas comestíveis**. 1. ed. São Paulo: Ed. do Autor, 2021.

REZENDE, M. Q.; VENZON, M.; PEREZ, A. L.; CARDOSO, I. M.; JANSSEN, A. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 188, 198–203, 2014.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S. **Pacto pela restauração da mata atlântica : referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo : LERF/ESALQ : Instituto BioAtlântica, 2009.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p. 235-247.

SÁ, M. R. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira**. História, Ciências, Saúde-Manguinhos, v. 3, n. 3, p. 558–559, 1996.

SARTOR, L.R.; GOUVEA, A. **Manejo integrado de pragas de pastagens; Sistemas de Produção Agropecuária**; Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, 192; 2009.

SANDOVAL, S. S.; SENÔ, K. C. A. Comportamento e controle da *Diatraea saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar. **Nucleus**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2010.

SANTANA, M. As florestas nativas e plantadas como agentes prestadores de serviços ecossistêmicos. In: CARDOSO, Elke. **A Sustentabilidade Ambiental da Agricultura e de Florestas Tropicais: Uma Visão Científica, Ecológica, Política e Social**. Curitiba, Appris, 2021.

SAUERESSIG, T. M.; ALVEZ, R. M. R. **Considerações sobre a mosca-dos-chifres, seu controle e criação massal do besouro coprófago onthophagus gazella**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 1999.

SEOANE, C. E. S.; DIAZ, V. S.; SANTOS, T. L.; FROUFE, L. C. M. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira, [S. l.]**, v. 30, n. 63, p. 207, 2010.

SILVA, A. C.. **Guia para o reconhecimento de inimigos naturais de pragas agrícolas**. Brasília, Distrito Federal: Embrapa, 2013.

SILVA, R.A.; LEMOS, W.P.; Zucchi, R. A. **Moscas-das-Frutas na Amazônia Brasileira - Diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Embrapa Amapá, Macapá, AP, 2011.

TANG, J. *et al.* Emerging opportunities and challenges in phenology: a review. **Ecosphere**, 7(8), 2016.

TAVELLA, L. B.; SILVA, Í. N.; OLIVEIRA, F. L.; DIAS, J. R. M.; SILVA, L. M. I. **O uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais**. Agropecuária Científica no Semiárido, 7(2), 06-12, 2012.

TAYLOR, P. D.; MERRIAM, G. Habitat fragmentation and parasitism of a forest damselfly. **Landscape Ecology**, 11(3), 181–189, 1996.

TOWNSEND, C. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; SILVA NETTO, F. G. da; PEREIRA, R. G. de A.; COSTA, N. de L. **Cigarrinhas-das-pastagens em Rondônia: diagnóstico e medidas de controle**. Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, 2001.

TYLIANAKIS, J. M.; TSCHARNTKE, T.; LEWIS, O. T. Habitat modification alters the structure of tropical host–parasitoid food webs. **Nature**, 445(7124), 202–205, 2007.

UEZU, A.; CULLEN JÚNIOR, L. Da fragmentação florestal à restauração da paisagem: aliando conhecimento científico e oportunidades legais para conservação. *In*: Paese, A.; Uezu, A.; Lorini, M. e Cunha, A. (Org.). **Conservação da Biodiversidade com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, p.13-22, 2012.

UEZU, A.; METZGER, J. P. Vanishing bird species in the Atlantic Forest: Relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 14, p. 3627–3643, 2011.

UZÊDA, M. C. [et al.] **Paisagens agrícolas multifuncionais : intensificação ecológica e segurança alimentar**. Brasília, DF : Embrapa.

VALÉRIO, J. R. **Cigarrinhas-das-pastagens**. Campo Grande,MS : Embrapa Gado de Corte, 2009.

VALÉRIO, J.R.; KOLLER, W.W. **Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1992, 37p.

VALÉRIO, J. R.; OLIVEIRA, M.. Parasitismo de ovos de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae) pelo microhimenóptero *Anagrus urichi* Pickles

(Hymenoptera: Mymaridae) na região de Campo Grande, MS. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 137-138, 2005.

VENZON, M.; TOGNI, P. H. B.; CHIGUACHI, J. A. M.; PANTOJA, G. M. S. B.; SUJII, E. R. Agrobiodiversidade como estratégia de manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 40(305), 21-29, 2019.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; EUZÉBIO, D. E.; SOUZA, B.; SCHOEREDER, J. H. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, 35(3), 371–376, 2006.

WILSON, F. The Conservation and Augmentation of Natural Enemies. **Pest Articles & News Summaries**. Section A. Insect Control, 12:1-2, 40-46, 1966.

WOHLLEBEN, Peter. **A Vida Secreta das Árvores**. Rio de Janeiro: Sextante, 2017.