

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE – PPGAA**

**RAFAEL BORRASCA FERREIRA**

**INIMIGOS NATURAIS NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

**ARARAS**

**2017**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E AMBIENTE – PPGAA

RAFAEL BORRASCA FERREIRA

**INIMIGOS NATURAIS NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente (PPGAA), para obtenção do título de **Mestre em Agricultura e Ambiente.**

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo A.G. Viani

**Coorientador:** Prof. Dr. Ricardo T. Fujihara

ARARAS

2017

Ferreira, Rafael Borrasca

Inimigos naturais na restauração florestal / Rafael Borrasca Ferreira. --  
2017.

45 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus  
Araras, Araras

Orientador: Ricardo Augusto Gorne Viani

Banca examinadora: Ricardo Augusto Gorne Viani, Maria Santini de  
Castro Morini, Alessandra dos Santos Penha

Bibliografia

1. Restauração florestal. 2. Controle natural de pragas. 3. Serviços  
ecossistêmicos. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III.  
Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Helena Sachi do Amaral – CRB/8 7083



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Rafael Borrasca Ferreira, realizada em 18/12/2017:

---

Prof. Dr. Ricardo Augusto Gorne Viani  
UFSCar

---

Profa. Dra. Maria Santina de Castro Morini  
UMC

---

Profa. Dra. Alessandra dos Santos Penha  
UFSCar

## **AGRADECIMENTOS**

A meus familiares pelo constante apoio e incentivo perante os desafios encontrados nesse período.

A meu estimado amigo, o biólogo Carlos Fontana, pelo auxílio nas diversas etapas deste projeto.

A Aline, João e Angelo, técnicos do Laboratório de Biologia-1 da UFSCar, pela cordialidade e alegria no trabalho.

Ao professor Dr. Ricardo A. G. Viani, meu orientador e ao professor Dr. Ricardo T. Fujihara, meu co-orientador, pelo constante apoio, amizade e parceria.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, pela oportunidade e por todo conhecimento adquirido.

A Fundação SOS Mata Atlântica pelo acesso às áreas em restauração.

Ao CNPQ/CAPES pelo fornecimento da bolsa de estudos

A FAPESP pelo apoio financeiro ao projeto.

## RESUMO

A restauração florestal é uma prioridade global por restabelecer serviços ecossistêmicos.

Um dos serviços de grande importância agrícola supostamente restabelecido pela restauração florestal é o controle natural de pragas, que ocorreria graças à ação da fauna de inimigos naturais que se estabeleceriam nas áreas em restauração. No entanto, a relação entre a restauração florestal e o controle natural de pragas ainda é pouco estudada. Assim, este estudo teve como objetivos: i) verificar se o processo de restauração florestal proporciona o incremento nos índices da comunidade de inimigos naturais; ii) verificar se o aumento destes índices é exclusivo ou se o mesmo ocorre também para outros artrópodes e; iii) relacionar a estrutura da vegetação em restauração com os índices da comunidade de inimigos naturais. Foram avaliadas cinco condições (pastagem; áreas de restauração de três idades e fragmento de floresta nativa) em duas paisagens diferentes: Araras-SP e Itu-SP. Em cada condição e para cada paisagem, foram estabelecidas parcelas de 10x10m, nos quais foram quantificados, entre setembro e outubro de 2016, o número de árvores e regenerantes e a cobertura do solo pelas copas. Na estação seca e chuvosa de 2016 foram realizadas coletas de artrópodes por meio de armadilhas do tipo *pitfall* no centro das parcelas e com guarda-chuva entomológico nas quatro árvores mais próximas do centro da parcela. A riqueza e a diversidade de inimigos naturais aumentam com idade da restauração florestal e este incremento em riqueza e diversidade é maior para os inimigos naturais que para os demais artrópodes. O incremento em diversidade. Entretanto, a abundância de inimigos naturais não aumentou com a restauração florestal. Cobertura de copa, densidade de árvores e regenerantes se correlacionaram positivamente com riqueza, abundância e diversidade de inimigos naturais nas áreas de estudo, demonstrando que a estruturação da vegetação das áreas em processo de restauração florestal favorece a comunidade de inimigos naturais.

**Palavras-chave:** controle natural de pragas, serviços ecossistêmicos, restauração ecológica, mata atlântica

## ABSTRACT

Forest restoration is a global priority by make the reestablishment of ecosystem services. Many of these services have major importance on the agriculture fields, such as the pest control given by the predators and parasitoids fauna. In the search for a better understanding of the relation between natural pest control and the forest restoration, we aimed to: i) verify if the restoration process can increase the abundance, richness and diversity of natural enemies; ii) verify if these increases are exclusive to natural enemies or occurs with others arthropods; iii) compare attributes from the vegetation structure and the natural enemies community. The study was carried out in two different landscapes in São Paulo state, Araras and Itu. In each landscape, we selected a pasture, a younger, an intermediate and an older restoration planting, and a forest fragment. In September and October of 2016, five plots of 10x10m we replaced in each area for measuring tree density, sapling density and canopy cover. A pitfall trap was placed in the center of each plot for the passive arthropod survey and we used the beat sheet in the four trees nearest to the center of the plot for an active arthropod survey, we performed these surveys two times, one in the dry and the other in the rainy seasons. The richness and diversity of natural enemies enhanced by the process of restoration, and this enhance was higher for natural enemies than to arthropods in general. The abundance of natural enemies of restoration sites shows no difference to pastures and forest patches, but pasture shows less abundance than the forest, we didn't found difference in the abundance of natural enemies and the other arthropods though this restoration chrono sequence. Canopy cover and tree densities were positively correlated to richness, diversity and abundance of natural enemies, showing that the forest structure reestablishment in the restoration areas can enhance the natural enemies community.

**Key-words:** natural pest control, ecosystem services, ecological restoration, Atlantic Forest.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Imagem aérea das áreas estudadas no Centro de Experimentos Florestais de Itu-SP. A) pastagem; B) plantio de restauração recente; C) plantio de restauração intermediário; D) plantio de restauração antigo; E) fragmento de floresta secundária.	14
<b>Figura 2-</b> Aspecto geral das áreas estudadas no Centro de Experimentos Florestais de Itu-SP. A) pastagem; B) plantio de restauração recente; C) plantio de restauração intermediário; D) plantio de restauração antigo; E) fragmento de floresta. Fonte: Autoria própria.	15
<b>Figura 3 -</b> Imagem aérea das áreas estudadas no Centro de Ciências Agrárias de Araras-SP. A) Pastagem; B) Plantio de restauração recente; C) Plantio de restauração intermediário; D) Plantio de restauração de antigo; E) Fragmento de floresta.	16
<b>Figura 4-</b> Aspecto geral das áreas estudadas no Centro de Experimentos Florestais de Itu-SP. A) Pastagem; B) Plantio de restauração recente; C) Plantio de restauração intermediário; D) Plantio de restauração antigo; E) Fragmento de floresta.	17
<b>Figura 5-</b> Armadilha de solo do tipo <i>pitfall</i> em plantio de restauração florestal.	19
<b>Figura 6-</b> Densiómetro convexo utilizado neste estudo.	20
<b>Figura 7 -</b> Curvas de rarefação de riqueza para as duas paisagens, nas duas coletas e nos totais representam a faixa de 95% de confiança. A - pastagem, B – restauração recente, C - restauração intermediária, D - restauração antiga e E - fragmento de floresta.	29
<b>Figura 8 -</b> Riqueza média de inimigos naturais e desvio padrão dos dados totais, de ambas as paisagens e período sazonal, com os resultados do teste de tukey ( $p<0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.	30
<b>Figura 9-</b> Abundância média de inimigos naturais e desvio padrão dos dados totais, de ambas as paisagens e ambos os períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p<0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.	30
<b>Figura 10-</b> Diversidade média de inimigos naturais e desvio padrão dos dados totais, de ambas as paisagens e ambos os períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p<0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.	31
<b>Figura 11-</b> Razão entre a riqueza de inimigos naturais e a riqueza dos demais artrópodes, para os dados totais, de ambas as paisagens e ambos períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p<0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.	32
<b>Figura 12-</b> Razão entre a abundância de inimigos naturais e abundância dos demais artrópodes, para os dados totais, de ambas as paisagens e ambos os períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p<0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.	32
<b>Figura 13-</b> Razão entre a diversidade de inimigos naturais e a diversidade dos demais artrópodes, para os dados totais, de ambas as paisagens e ambos períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p<0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.	33



**Figura 14-**Correlação entre a abundância total de artrópodes (AbT), abundância (Abin), riqueza (Rin) e diversidade de inimigos naturais (Din), cobertura de copa (Copa), densidade de árvores (Darv), densidade de regenerantes (Dreg) e área em hectares (Área). Na parte superior encontram-se os coeficientes angulares e na parte inferior as curvas de dispersão entre as variáveis. \* para correlação significativa ( $p < 0,05$ ) e cores para qualificar as correlações (0 à 0,3 – baixa; 0,31 à 0,7 – moderada;  $> 0,71$  alta). ..... 34

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1-** Abundância de grupos taxonômicos de artrópodes numa cronosequência de sucessão florestal (PA - pastagem, RR –restauração recente, RI - restauração intermediária, RA - restauração antiga e FF - fragmento de floresta), para as diferentes paisagens (Araras e Itu), nas diferentes coletas (Estação chuvosa e seca). A coluna IN sinaliza os grupos classificados como inimigos naturais..... 23

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos específicos	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>14</b>
3.1. Áreas de estudo	14
3.2. Desenho experimental	18
3.3. Amostragem de artrópodes	18
3.4. Análise de vegetação	19
3.5. Análise de dados	20
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>22</b>
<b>5. DISCUSSÃO</b>	<b>35</b>
5.1. A comunidade de inimigos naturais e demais artrópodes no processo de restauração florestal	35
5.2. Proporção de inimigos naturais em relação aos demais artrópodes no processo de restauração florestal	36
5.3. Fatores que influenciam a comunidade de inimigos naturais	37
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas como a agricultura exercem grande pressão nos ecossistemas naturais, causando fragmentação, perda de hábitat, degradação, perda de biodiversidade e declínio das condições básicas destes ecossistemas, que culminam com a diminuição da provisão de serviços ecossistêmicos (BULLOCK et al., 2011). Serviços ecossistêmicos são os benefícios providos pelos ecossistemas para a sustentação da vida humana na terra (MA, 2005). Assim, é inquestionável que a redução da oferta de serviços ecossistêmicos, fruto da degradação e perda dos ecossistemas naturais, traz perdas diversas ao bem-estar humano (CONSTANZA et al., 2014).

Por se tratar do processo de recuperar um ecossistema que foi destruído, degradado ou danificado, a restauração ecológica é um instrumento que pode reverter esse quadro de degradação e perda de serviços ecossistêmicos (SER, 2016). Desse modo, a restauração ecológica tem sido colocada atualmente como uma prioridade global (ARONSON; ALEXANDER, 2013). Nas últimas décadas houve uma mudança na percepção dos objetivos da restauração, estes passaram a não ser mais a restauração plena da biodiversidade e passaram a ser a recuperação dos serviços ecossistêmicos (LE et al., 2012), como, por exemplo, projetos de restauração com a finalidade de gerar créditos de carbono (MATZEK et al., 2015) ou que visem a melhoria das condições hidrológicas em uma paisagem (CALDER et al., 2011).

Tanto a pesquisa como a prática da restauração tiveram um grande avanço nas últimas décadas, gerando novas tecnologias, ferramentas e orientações quanto à sua execução, porém, ainda existem muitos desafios em ambas as áreas, pesquisa e prática, possivelmente por se tratar de uma ciência nova, em comparação com a escala temporal dos processos ecológicos (WORTLEY et al., 2013). Estes desafios têm como início o correto diagnóstico da área. Alguns fatores principais vão definir a escolha estratégica de um projeto de restauração, como a resiliência do ecossistema, o histórico de uso da área em questão e o contexto da paisagem em que está inserida esta área. Tal escolha está atrelada, ainda, aos objetivos do projeto de restauração (abrigo para fauna, fixação de carbono, lazer etc.) e também aos recursos disponíveis para a execução deste projeto (HOLL; AIDE, 2011).

A restauração ecológica pode ocorrer a partir do processo de condução da regeneração natural (regeneração natural assistida) ou pela aplicação de técnicas que visam a reconstrução de comunidades (MCDONALD et al., 2016). Como a restauração passiva e a condução da regeneração natural exigem fontes de propágulos próximas e alta resiliência, estas não são as abordagens de restauração utilizadas em paisagens degradadas e fragmentadas, onde as técnicas de restauração ativa voltadas à reconstrução de comunidades são mais utilizadas (CHAZDON et al., 2008).

Na restauração de ecossistemas florestais tropicais em paisagens degradadas, usualmente, a restauração é realizada por meio de duas estratégias, a primeira é o plantio pouco diverso de mudas de árvores nativas, focado em espécies de rápido crescimento que vão formar um dossel capaz de sombrear o solo (cobertura de copa) e, conseqüentemente, controlar gramíneas, que frequentemente limitam a restauração florestal num primeiro momento (CÉSAR et al., 2014). A segunda estratégia é a de plantios multidiversos, com espécies arbóreas comuns a diferentes estágios da sucessão florestal (iniciais e tardias), simulando as condições do ecossistema de referência (LAMB et al., 2005; RODRIGUES et al., 2009).

Independentemente da técnica de restauração utilizada, o monitoramento é uma ferramenta importante para avaliar o sucesso das iniciativas de restauração florestal no restabelecimento da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Entretanto, o monitoramento da restauração florestal é focado em indicadores ecológicos de estrutura da vegetação e funcionamento da floresta, sem usualmente incluir indicadores que expressem diretamente a oferta potencial de serviços ecossistêmicos a partir da restauração (CHAVES et al., 2015; SUGANUMA; DURIGAN, 2015; VIANI et al., 2017; GATICA-SAAVEDRA et al., 2017). Embora a avaliação de serviços ecossistêmicos seja complexa (BURKHARD et al., 2012), há necessidade de se compreender se a restauração florestal de fato geraria serviços ecossistêmicos e como esses serviços se relacionariam com os indicadores ecológicos usualmente utilizados para se aferir o sucesso dos projetos de restauração florestal.

O controle natural de pragas agrícolas, ou seja, aquele realizado por predadores, parasitos e parasitoides sem o auxílio do homem, (MCFAYDEN et al., 2015), é um dos serviços esperados pela restauração de florestas em paisagens degradadas e utilizadas para agricultura (MONTROYA et al., 2012). O controle natural de pragas contribui para a redução/equilíbrio das populações de pragas e vetores de doenças de plantas cultivadas (LENTEREN, 2012) e representa uma economia de 13 bilhões de dólares ao ano, apenas para os Estados Unidos (LOSEY; VAUGHAN, 2006).

Este controle natural de pragas é obtido a partir da comunidade de inimigos naturais presentes no local, sendo assim, sua eficácia necessita da adoção de medidas conservativas nas áreas produtivas (PERDIKIS et al., 2011). Promover recursos florais, fontes de alimento e habitat natural como abrigo são algumas destas medidas adotadas em estudos relacionados sobre o controle natural (JONSSON et al., 2008). A restauração pode ser também considerada uma dessas medidas, já que a presença de ambientes naturais ou seminaturais no entorno das áreas produtivas são importantes para formar abrigo e fornecer alimento para inimigos naturais de pragas (NEMEC et al., 2014) e estas áreas podem, ainda, suportar um alto índice de abundância e diversidade destes inimigos naturais (OLSON; ANDOW, 2008).

Sendo uma ciência relativamente nova, o controle natural de pragas possui algumas dúvidas e, como grande parte dos serviços ecossistêmicos, sua verificação é um dos principais desafios (BURCKHARD et al., 2012), sendo fundamental o conhecimento dos mecanismos que regem um serviço ecossistêmico (CHAPLIN-KRAMER et al., 2011), assume-se que os índices da comunidade de inimigos naturais estão entre os principais indicadores por influenciarem a magnitude e a estabilidade da supressão de pragas (RUSCH et al., 2016). Em geral, o aumento nos índices de riqueza dos inimigos naturais está associado ao aumento da supressão da herbivoria (LETOURNEAU et al., 2009).

Por fim, apesar de uma das justificativas da restauração florestal ser justamente a provisão de serviços ecossistêmicos, o conhecimento das relações entre áreas em restauração e esta provisão ainda é incipiente (AMAZONAS et al., 2011) e se faz necessário entender os aspectos ecológicos e socioeconômicos envolvidos e, assim, definir os possíveis indicadores destes serviços (HARRISON et al., 2014). O entendimento de como e quando os serviços ecossistêmicos são providos no processo de restauração florestal é importante para definir se esta justificativa é representativa ou não com a realidade das diferentes áreas em processo de restauração (BULLOCK et al., 2011).

Deste modo, este trabalho tem como objetivo verificar se ocorre o incremento dos índices de riqueza, abundância e diversidade de inimigos naturais durante o processo de restauração, comparar se este incremento, caso ocorra, é similar ou não aos demais artrópodes e verificar se a estrutura da vegetação (densidade de árvores grandes, regenerantes e cobertura do solo pela copa das árvores) se correlaciona com a comunidade de artrópodes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar se áreas em processo de restauração florestal incrementam a riqueza, a abundância e a diversidade dos artrópodes inimigos naturais de pragas.

### **2.2. Objetivos específicos**

- 1) Verificar se a riqueza, a abundância e a diversidade de artrópodes inimigos naturais têm relação com a idade e a estrutura da vegetação (densidade de árvores, densidade de regenerantes e cobertura do solo por copas) dos plantios de restauração;
- 2) Avaliar se as alterações na riqueza, abundância e diversidade de artrópodes inimigos naturais nos plantios de restauração ocorrem de modo similar ou não ao das alterações na comunidade de artrópodes de modo geral;
- 3) Verificar se os indicadores da comunidade de artrópodes inimigos naturais em áreas em processo de restauração florestal se equivalem ao de florestas de referência, em paisagens agrícolas

As hipóteses para os objetivos específicos mencionados acima são:

1) Pequenas alterações em um ecossistema podem causar alterações nas comunidades de artrópodes. Mesmo áreas em estágios iniciais da sucessão florestal apresentam altos índices de diversidade de artrópodes (MELONI;VARANDA, 2015). Assim, a hipótese para o objetivo 1 é que os índices de riqueza, diversidade e abundância aumentem com a idade de restauração florestal e se relacionam positivamente com a densidade de árvores e de regenerantes arbóreos e com a cobertura do solo pelas copas das árvores das áreas em restauração, pois estes aspectos influenciam o microclima de modo favorável aos inimigos naturais.

2) Interações interespecíficas antagônicas produzem efeito positivo no sucesso reprodutivo de uma das espécies (KAMINSKI et al., 2009) em sistemas que não se encontram em equilíbrio, como áreas degradadas ou em processo de restauração. É possível a coexistência de duas ou mais espécies sobre o mesmo recurso (GIACOMINI, 2007). Assim, a hipótese é que existe uma relação positiva e significativa entre a riqueza/guildas de inimigos naturais e a riqueza, diversidade e abundância de outros invertebrados. Invertebrados são presas potenciais para a alimentação dos adultos e imaturos de inimigos naturais.

3) A comunidade de artrópodes inimigos naturais é influenciada positivamente pela estrutura da vegetação e pelo microclima (SARTHOU et al., 2014). Assim, espera-se incremento dos índices da comunidade de inimigos naturais em áreas em restauração florestal em relação a áreas degradadas desprovidas de florestas. Sendo o recobrimento do solo pelas copas das árvores uma variável do microclima, espera-se, em tempo, que esta variável seja a que mais se correlacione com a comunidade de artrópodes.

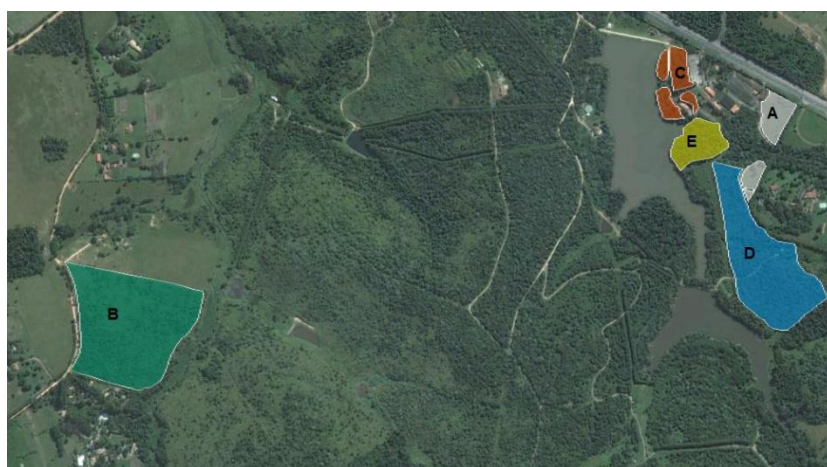


### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Áreas de estudo

O estudo foi realizado em duas paisagens distintas, porém, sob mesmo clima, estacional, com inverno seco e verão chuvoso (Cwa) e em região de ocorrência da fitofisionomia da Floresta Estacional Semidecidual, sendo uma no Centro de Experimentos Florestais da SOS Mata Atlântica em Itu-SP (UTM: 254258 E/7428305 S) e outra no Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, em Araras-SP (UTM: 254130 E/7531331 S). Em cada paisagem foram selecionadas cinco áreas: A) pastagem; B) restauração inicial (até quatro anos); C) plantio de restauração intermediária (de cinco a sete anos); D) plantio de restauração antiga (de sete à 10 anos); E) fragmento de floresta secundária. Foram escolhidas três faixas de idade de restauração a fim de se obter uma curta cronosequência, que possibilitasse então responder qual o efeito da sucessão florestal das áreas em restauração sobre a comunidade de inimigos naturais e artrópodes (Objetivos 1 e 2).

O Centro de Experimentos Florestais, Itu-SP, teve até a década de 1930 o cultivo do café e posteriormente foi utilizado como pastagem, mantendo algumas áreas de remanescente florestal. A partir de 2008 houve a iniciativa de transformar toda essa área em um centro de experimentos florestais, sendo iniciado o projeto de restauração florestal de sua totalidade (526 ha), com plantios anuais, de 2008 a 2012. Em geral, todos esses plantios de restauração foram realizados com espaçamento de 3 x 2 m, com alta diversidade de espécies arbóreas nativas.



**Figura 1-** Imagem aérea das áreas estudadas no Centro de Experimentos Florestais de Itu-SP. A) pastagem; B) plantio de restauração recente; C) plantio de restauração intermediário; D) plantio de restauração antigo; E) fragmento de floresta secundária. Fonte: Google Maps.

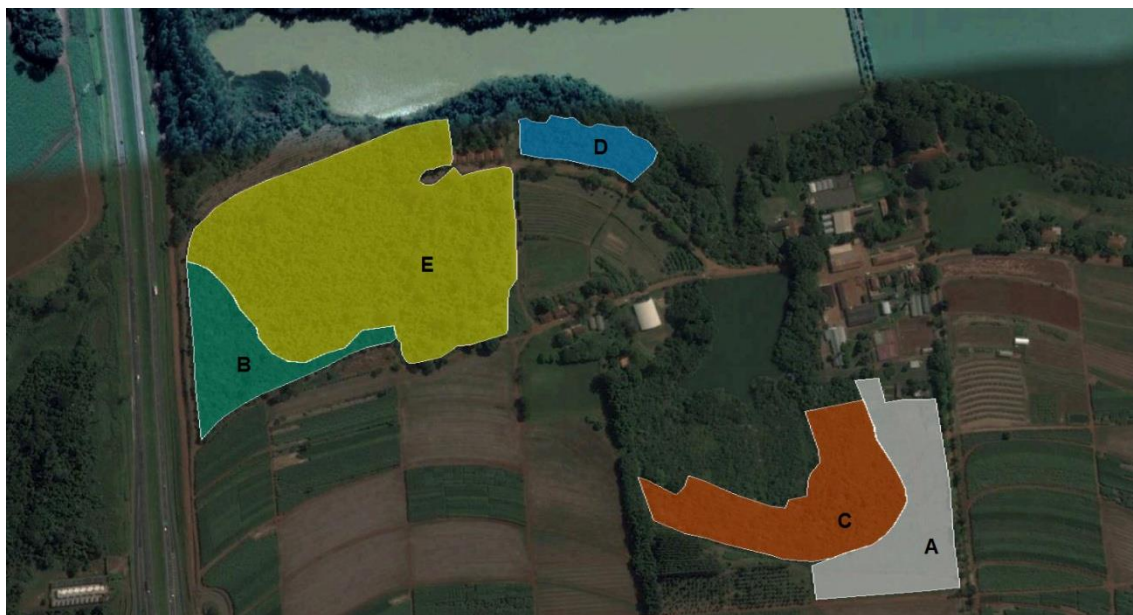


**Figura 2**-Aspecto geral das áreas estudadas no Centro de Experimentos Florestais de Itu-SP. A) pastagem; B) plantio de restauração recente; C) plantio de restauração intermediário; D) plantio de restauração antigo; E) fragmento de floresta. Fonte: Autoria própria.

No Centro de Experimentos Florestais, Em Itu-SP, a pastagem (A) é uma pequena área de 1,34 ha com predominância de braquiária (*Urochloa* sp.), mantida com roçadas mecânicas esporádicas e sem uso econômico (Figuras 1A e 2A). A área de plantio recente foi implantada em 2012, possui 9,6ha e se encontra ainda com ocorrência de gramíneas invasoras, sem, portanto, ter a cobertura florestal restabelecida pelas árvores jovens (Figuras 1B e 2B). A área de plantio intermediário (C), com 6,63ha, teve seu plantio em 2011, e também se encontra com presença de gramíneas invasoras, porém com melhores

condições de estrutura de vegetação (Figuras 1C e 2C). A área de plantio antigo (D) foi implantada em 2008, possui 1,17ha (Figuras 1D e 2D) e encontra-se com dossel formado praticamente em sua totalidade. O fragmento de floresta secundária selecionado como referência neste estudo possui 1,53ha e apresenta algumas clareiras e grande presença de trepadeiras. Embora apresente sinais de degradação, é representativo dos remanescentes que predominam na região, bastante fragmentada (Figuras 1E e 2E).

No Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFSCar, em Araras-SP, a pastagem (A) (Figuras 3A e 4A), formada por capim-colômbio (*Panicum maximum* Jacq.), possui 2,75 ha e apresenta grande rotatividade do gado e irrigação controlada. A área de plantio de restauração recente (B) foi implantada em 2014 (Figuras 3B e 4B), possui 2,24 ha e se encontra com bom desenvolvimento das plantas, poucos pontos de gramíneas e formação de dossel. A área de plantio intermediário (C), com 3,43 ha, foi implantada em 2011 (Figuras 3C e 4C), apresenta pontos com bom desenvolvimento das plantas e outros com presença de gramíneas invasoras. A área de plantio antigo (D), foi implantada em 2009 (Figuras 3D e 4D), possui 0,98 ha e apresenta baixo desenvolvimento das plantas, com presença de gramíneas invasoras e alguns pontos de sombreamento. O fragmento de floresta secundária (E) (Figuras 3E e 4E) possui 10,6 ha, apresenta algumas clareiras e muitas trepadeiras e, embora degradado, também é representativo das florestas que ainda persistem na região.



**Figura 3** - Imagem aérea das áreas estudadas no Centro de Ciências Agrárias de Araras-SP. A) Pastagem; B) Plantio de restauração recente; C) Plantio de restauração intermediário; D) Plantio de restauração de antigo; E) Fragmento de floresta. Fonte: Google Maps.



**Figura 4**-Aspecto geral das áreas estudadas no Centro de Experimentos Florestais de Itu-SP. A) Pastagem; B) Plantio de restauração recente; C) Plantio de restauração intermediário; D) Plantio de restauração antigo; E) Fragmento de floresta. Fonte: Autoria própria.

No CCA, os plantios de restauração também foram realizados no de espaçamento 3x2 m, com 80 espécies divididas entre espécies de recobrimento (sombreadoras de rápido crescimento) e de diversidade (sem as características de recobrimento), com exceção do plantio mais recente (B), de 2014, realizado com o mesmo espaçamento, porém, utilizando um número reduzido de espécies, todas de rápido crescimento (14 espécies).

Em ambas as paisagens, os plantios de restauração selecionados tiveram, nos dois primeiros anos, aplicação de herbicida glifosato para controle de plantas invasoras, especialmente gramíneas e de iscas formicidas a base de sulfluramida para o controle de

formigas-cortadeiras (*Attasp.* e *Acromyrmex* sp.). Nas pastagens e nas florestas de referência, não há registro de qualquer aplicação de herbicida ou inseticida.

### **3.2. Desenho experimental**

Em todas as áreas de ambas as paisagens foram estabelecidas cinco parcelas temporárias em cada coleta, quadradas, de 10x10m. Estas foram dispostas no campo de maneira sistemática, paralelas às estradas, caminhos ou trilhas, distando ao menos 10 metros das outras parcelas e respeitados 15 metros de borda. Foram realizadas duas coletas, uma em estação chuvosa (fevereiro a março de 2016) e outra em estação seca (setembro a outubro de 2016), totalizando 10 parcelas por área, ou seja, 50 parcelas temporárias por paisagem em cada coleta, e 100 parcelas nas duas paisagens e em ambas as coletas.

### **3.3. Amostragem de artrópodes**

Para amostragem dos artrópodes de solo (ou edáficos) e de copa (ou arbóreos) foram utilizadas, respectivamente, coletas passivas e ativas. As coletas passivas foram realizadas com armadilhas de solo do tipo *pitfall* (Figura 5), instaladas no centro de cada parcela de 10x10m, instaladas também para a amostragem da vegetação, totalizando cinco amostras por área. Essas armadilhas consistiam em copos plásticos de 700 mL, com 11,5 cm de diâmetro de abertura. Os copos foram enterrados ao nível do solo e preenchidos com 200 mL de uma solução contendo 80% de água, 20% de álcool a 70% e uma gota de detergente neutro para a quebra da tensão superficial da água (PARTAUF et al., 2005). As armadilhas foram cobertas com uma tampa plástica de 15 cm de diâmetro para evitar a queda de folhas e pequenos galhos em seu interior e permaneceram por 48 h em campo. A coleta ativa foi realizada por meio de um guarda-chuva entomológico, de 1x1 m, em cada uma das quatro árvores mais próximas do centro da parcela, com quatro batidas por árvore.



**Figura 5**-Armadilha de solo do tipo *pitfall* em plantio de restauração florestal. Fonte: Autoria própria.

Após a coleta, os artrópodes foram armazenados em recipientes contendo álcool a 70% para posterior identificação no Laboratório de Biologia, do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, campus Araras-SP. A identificação seguiu o proposto por Triplehorn e Johnson (2015), Rafael et al., (2012), Bacaro et al., (2015), Indicatti (2013) e Lima e Serra (2008), e foi realizada até o nível categórico de família ou até a categoria taxonômica necessária que indicasse se o indivíduo era um inimigo natural ou não.

### **3.4. Análise de vegetação**

Em cada parcela foram contados separadamente os indivíduos arbóreos regenerantes, aqui considerados como os com circunferência à 1,3 m do tronco (CAP) < 15cm e altura  $\geq 50$ cm, e os indivíduos arbóreos (CAP  $\geq 15$ cm), denominados de grandes para diferenciar dos regenerantes.

Para verificar a cobertura do solo pelas copas foi utilizado um densiômetro convexo (Figura 6), que consiste em um espelho convexo com 24 quadrículas. Para se obter a cobertura de copas percentual com o densiômetro, dividiu-se cada quadrícula em quadrantes, totalizando 96 quadrantes, contando-se o total de quadrantes ocupados por copa de árvores e multiplicando-se por 1,04 (SUGANUMA et al., 2008). Este processo se repetiu por quatro vezes no centro de cada parcela, com uma visada direcionada para cada ponto cardeal. A média destas quatro visadas foi utilizada como a variável cobertura de solo pelas copas. Estes atributos foram escolhidos para análise da vegetação porque são indicadores comumente utilizados para se aferir o sucesso da restauração florestal (CHAVES et al., 2015; SUGANUMA; DURIGAN, 2015).



**Figura 6-**Densiômetro convexo utilizado neste estudo. Fonte: Autoria própria

### 3.5. Análise de dados

A quantidade de árvores e de regenerantes por parcela foi multiplicada por 100 para serem transformados em densidade por hectare, completando as variáveis de estrutura de vegetação com a cobertura percentual de copa. Para os dados de inimigos naturais e da comunidade de artrópodes foram calculados abundância, riqueza e diversidade de Shannon (H') (MAGURRAN, 2005), também por parcela.

Em todos os casos os pontos extremos foram excluídos da análise e, quando necessário, e, quando os dados não apresentaram distribuição normal, foi realizada a transformação box-cox.

Para verificar se a idade da restauração florestal proporciona incrementos na riqueza, abundância e diversidade de inimigos naturais (objetivo 1) e se na restauração a comunidade de inimigos naturais difere das de pastagem e da floresta secundária de referência (objetivo 3), foi realizada uma ANOVA, seguida por um teste de Tukey. Adicionalmente, foram construídas curvas de rarefação de riqueza de inimigos naturais para complementar a avaliação dessa variável, utilizando-se 1000 aleatorizações entre os dados para gerar cada curva.

Para verificar se as alterações na riqueza, abundância e diversidade de artrópodes inimigos naturais nos plantios de restauração ocorrem de modo similar ou não ao das alterações na comunidade de artrópodes de modo geral (objetivo 2), foi realizada uma ANOVA tendo, como dados de entrada de cada parcela, a razão entre inimigos naturais e os demais artrópodes para os dados de abundância, riqueza e diversidade por parcela, desta forma, resultados acima de um evidenciará um valor maior para o índice de inimigos naturais em relação aos demais artrópodes, já um resultado inferior a um significaria que o índice, para os demais artrópodes é maior que o de inimigos naturais, um valor igual a um

mostraria a equivalência entre os índices de ambos os grupos. O teste de Tukey foi aplicado quando os resultados do teste da ANOVA foram significativos.

Por fim, foi realizado um teste de correlação de Pearson para verificar se alguma variável da estrutura da vegetação (densidade de árvores, de regenerantes e cobertura de copa) se correlaciona com as variáveis da comunidade de inimigos naturais (abundância, riqueza e diversidade), com a abundância total de artrópodes e com a área de cada tratamento, em hectares (objetivo 1).

Para as análises, foram utilizados os *freewares* PAST<sup>®</sup>, R-Project<sup>®</sup> e EstimateS<sup>®</sup>. Foi adotado o nível de significância (p) de 0,05.



#### 4. RESULTADOS

Foram amostrados 11.504 indivíduos de 119 grupos taxonômicos (Tabela 1). O grupo taxonômico mais abundante foi a subfamília Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae) com 3.350 indivíduos, seguido da família Staphylinidae e da subfamília Dorylinae (Hymenoptera: Formicidae), com 1.498 e 718 indivíduos, respectivamente. Os inimigos naturais representaram 31,88% dos indivíduos amostrados e 44,53% dos grupos taxonômicos e, portanto, foram menos abundantes que os artrópodes não inimigos naturais nas áreas avaliadas. Os insetos foram mais abundantes que outros grupos de artrópodes, e, os grupos de inimigos naturais mais abundantes foram os coleópteros da família Staphylinidae com 1498 indivíduos, seguidos pelas subfamílias de Formicidae Dorylinae com 718 indivíduos e Ponerinae com 271 indivíduos, pelos dermápteros da família Labiduridae com 197 indivíduos e aranhas das famílias Araneidae e Anyphaenidae, com 153 e 149 indivíduos, respectivamente.

Quando separado por estação, foram amostrados 6.748 indivíduos e 96 grupos taxonômicos na estação seca e 4.756 e 100, respectivamente na estação chuvosa. Assim, a estação seca é a de maior abundância ea estação chuvosa é a de maior riqueza de grupos taxonômicos.

Os grupos taxonômicos Alleculidae, Anthribidae, Brentidae, Lampyridae, Silphidae, Spongiphoridae, Forficulidae, Dolichopodidae, Oestridae, Sciaridae, Aphididae, Nepidae, Veliidae, Sphecidae, Vespidae, Mantispidae, Actinopodidae, Ctenidae, Dysderidae, Scytodidae e Sicariidae foram exclusivos à estação chuvosa. Já os grupos taxonômicos Buprestidae, Acroceridae, Ulidiidae, Cicadellidae, Scolidae, Siricidae, Sphingidae, Phasmatodea, Acari e a subfamília Ectatomminae foram exclusivos à estação seca. Os inimigos naturais foram proporcionalmente mais abundantes na estação seca, que apresentou 2321 indivíduos em relação aos 1274 indivíduos da estação chuvosa.

**Tabela 1-** Abundância de grupos taxonômicos de artrópodes numa cronossequência de sucessão florestal (PA - pastagem, RR –restauração recente, RI - restauração intermediária, RA - restauração antiga e FF - fragmento de floresta), para as diferentes paisagens (Araras e Itu), nas diferentes coletas (Estação chuvosa e seca). A coluna IN sinaliza os grupos classificados como inimigos naturais.

Grupo taxonômico	Itu										Araras										Total	
	IN	Estação chuvosa					Estação seca					Estação chuvosa					Estação seca					
		PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA		FF
<b>1 - INSECTA</b>																						
<b>1.1 - Orthoptera</b>																						
Acrididae		4	4	1			4	2				14	2				3	2				36
Gryllidae		18	39	29	2	3	12	37	16	18	5	29	7	10	34		12	6	16	14		307
Romaleidae		9			1		2					6	1	1	1		1	2		2		26
Tetrigidae		6										1						23				30
Tettigoniidae			1	6				2			2		2									13
<b>1.2 - Phasmatodea</b>									1	1												2
<b>1.3-Dermaptera</b>																						0
Labiduridae	IN	4	13	4	9		2	1	3	1		8	15	51	12	2	1	23	27	13	8	197
Spongiphoridae	IN													1								1
Forficulidae	IN												1									1
<b>1.3- Isoptera</b>										1				1	4							6
<b>1.4- Mantodea</b>																						0
Mantidae	IN				3			1		1		1		1	1		6					14
<b>1.5 Blattodea</b>		16	33	26	27	16	6	1	12	13	5	13	12	14	13		18	3		4		232
<b>1.6- Hemiptera</b>																						0
Aphididae				3																		3
Cercopidae				4	1	1			6	5		1	2	2	1		1	5	4	3		36
Cicadidae							1		13	5	4						1	15		1		40
Cicadellidae							1	2														3
Coreidae							2		2	1		30	2	1			2	5	1	1		47
Cydnidae			1	4	1				2			7		1			7		1	11		35

**Tabela 1:** Continuação

Grupo taxonômico	Itu										Araras										Total	
	Estação chuvosa					Estação seca					Estação chuvosa					Estação seca						
	IN	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA		FF
Membracidae			1	7				1	23	1	2		3	1					1			40
Nepidae													1									1
Pentatomidae		1	3	10	3	3	1	1	14	3			11	5	1	4		7			1	68
Psilidae								13			6											19
Pyrrhocoridae				3					4				1							2	2	12
Reduviidae	IN		1	5		2		1			2		27	11		1		6	4	1	1	62
Rhopalidae													2					1				3
Scutelleridae					2	1										2						5
Tingidae			1					12			1		2	5				4				25
Veliidae													1									1
<b>1.7 - Thysanoptera</b>					1	1		1		1			2	6				4	3		16	35
<b>1.8- Psocoptera</b>					1	1							1	2	1	1				1	1	9
<b>1.9- Coleoptera</b>																						0
Alleculidae																1						1
Anthribidae			1																			1
Bostrichidae													2					9				11
Brentidae				1									2									3
Buprestidae																					3	3
Cantharidae	IN		1	3	3					5	4			1	1			3	3	1	14	39
Carabidae	IN				3	1		2	2	2	4		1	5	2		2	4	2	27	4	65
Cerambycidae				1	1			1	2									2				7
Coccinellidae	IN				1	2		2	1	1	2			4					5	1	1	20
Chrysomelidae			5	8	15	2		2	3	11	14		12	2	9	2		7	8			100
Curculionidae		19	14	63	20	439	2	12	19	54	52	15	16	27	63	7	4	24	31	19	23	885

**Tabela 1:** Continuação

Grupo taxonômico	Itu										Araras										Total		
	Estação chuvosa					Estação seca					Estação chuvosa					Estação seca							
	IN	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA		FF	
Elateridae				1		2						2				1		1				7	
Erotylidae				1						3		5	4	4			1					18	
Histeridae							1										2	10			5	18	
Lampyridae	IN	1																				1	
Lycidae	IN	1		1	1	1						9								4	5	22	
Meloidae	IN			1																1	2	4	
Melyridae	IN								3			1		3					1			8	
Passalidae		2	1				1			2										6		12	
Scarabeidae		1	2	3		17	1	7	9	8	40	1	13	1	1	10	1	5	21	1	9	151	
Silphidae												5										5	
Staphylinidae	IN	4	31	6	25	24	84	103	206	34	65	58	9	14	25	29	237	123	276	35	110	1498	
Tenebrionidae								14	12	5	2		1	1			37	2	1	2	2	79	
<b>1.10 - Neuroptera</b>																						0	
Chrysopidae	IN																	7	2			9	
Hemerobidae	IN							1	3	2												6	
Mantispidae	IN		1																			1	
<b>1.11- Hymenoptera</b>																						0	
Braconidae	IN									6			1									7	
Evaniidae	IN		1	1								1						1				4	
Formicidae: Dolichoderinae		13	22	8	5	115		1	20	32	5	110	243	30		1	49	50	8	3	3	718	
Formicidae: Dorylinae	IN	2		3	1		59	25	150	22	42			11	3	28		33	5	14	3	401	
Formicidae: Ectatomminae	IN							2	5	7	1							4			1	20	
Formicidae: Formicinae		11	32	9	25	3	30	36	70	82	16	13	32	57	50	5	36	61	42	66	26	702	
Formicidae: Myrmicinae		109	103	111	107	192	160	7	119	301	92	27	78	65	39	108	17	6	90	48	40	91	3350
Formicidae: Ponerinae	IN	25	57	7	15	17		1	9	4	4	10	6	7	19	42		12	1	19	16	271	

**Tabela 1:** Continuação

Grupo taxonômico	Itu										Araras										Total		
	IN	Estação chuvosa					Estação seca					Estação chuvosa					Estação seca						
		PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA		FF	
Formicidae:																							
Pseudomyrmicinae		1	21	11	11	1	6	13	3	9	9		5	2	1								93
Pergidae	IN	1	2	1	3				1														8
Scellionidae	IN													1								2	3
Siricidae								1															1
Scoliidae	IN										1												1
Sphecidae	IN			1																			1
Tenthredinidae						3				2							1						6
Vespidae	IN			2																			2
<b>1.12Lepidoptera</b>																							0
Noctuidae										1							4						5
Pyralidae									1		2		1									1	5
Sphingidae																						7	7
<b>1.13- Diptera</b>																							0
Acroceridae	IN																					1	1
Culicidae								6	1	9	8		2	2	2		4		1		4		39
Dolichopodidae	IN				1																		1
Drosophilidae			2	1	16	1	8	1	10	7	3	5		3	15	11		9	3	13	6		114
Muscidae						1			2		5		1							1			10
Oestridae			1																				1
Phoridae		27	36	13	32	15	4	8	12	7	13	2	2	2	9	6	3	1	13	10	1		216
Sciaridae													1										1
Tephritidae					1										4			3					8
Ulidiidae											1									1			2

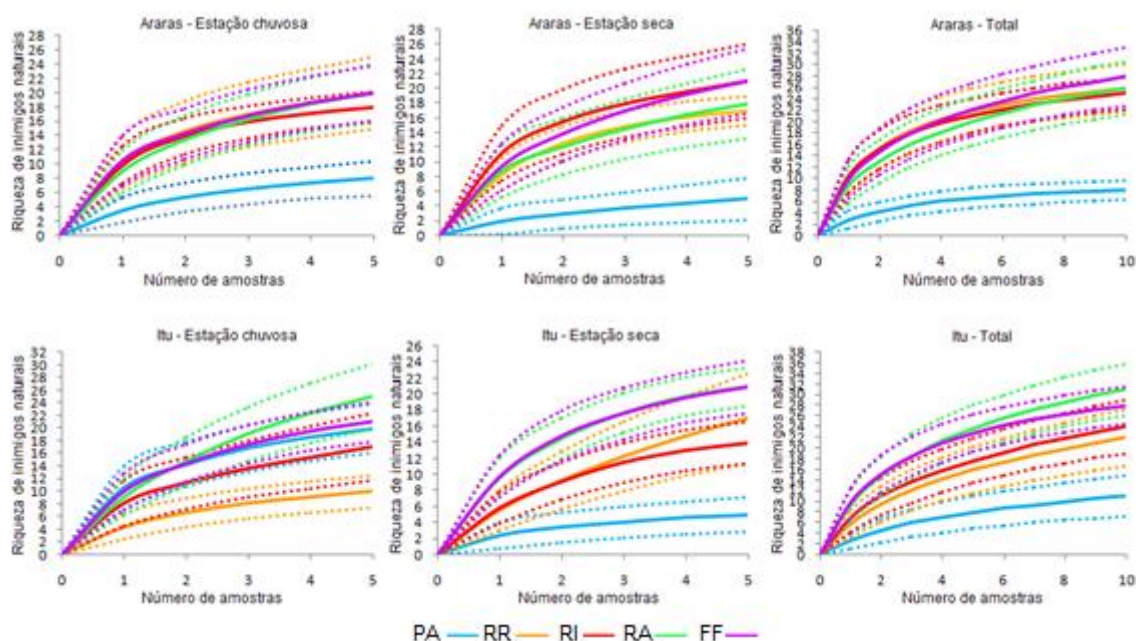
**Tabela 1:** Continuação

Grupo taxonômico	Itu										Araras										Total		
	Estação chuvosa					Estação seca					Estação chuvosa					Estação seca							
	IN	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA		FF	
<b>2 - ARACHINIDA</b>																						0	
<b>2.1 – Araneae</b>																							0
Actinopodidae	IN				1																	1	
Anyphaenidae	IN				6	58				9	1	7	22	14	11		1	15			5	149	
Araneidae	IN		3	11	5	8		9	4	12	13	19	7	14	11		1	8	18	10		153	
Clubionidae	IN	3	12	11			1	2		1					1							31	
Corinnidae	IN				1	2							1					2				6	
Ctenidae	IN				2						1								4			7	
Deinopidae	IN				1	2							1			5					1	10	
Dysderidae	IN												1									1	
Filistadidae	IN	1		1	2	3	1		1	5		2		4	1			5				26	
Linyphiidae	IN					1					1											2	
Lycosidae	IN	7		3		4	4					4		5	2	2	1		3	5	3	43	
Miturgidae	IN	1	1		1			2		1	1	27	3	1	6		1	3		2		50	
Nephilidae	IN					4		4	1	2	1											12	
Pholcidae	IN				2											2						4	
Pisauridae	IN		2		1	1		2		3	11				2				1	2		25	
Salticidae	IN		5	8	3	5		8	6	5	3		10	17	12	20		9	9	4	15	139	
Scylodidae	IN										2											2	
Sicariidae	IN															1						1	
Sparassidae	IN				8	17				3		4		1	16				1	2		52	
Tetragnathidae	IN		1	1	3	7					7	2	2	3	13		3	1	2			45	
Theridiidae	IN				2	16		2		6	13	9	7	2	1		9	4	3	2		76	
Thomisidae	IN				1	9		2	5	6	6	7			3		42	3	1	2		87	

**Tabela 1:** Continuação

Grupo taxonômico	Itu																				Araras																				Total
	IN	Estação chuvosa					Estação seca					Estação chuvosa					Estação seca																								
		PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF	PA	RR	RI	RA	FF																				
2.2 – Acari									2	8												10																			
2.3- Opliones		1	5	1	1	5	1	2		7	5	3			14	3	1				2	51																			
3 - CHILOPODA	IN									1				1	1							0																			
4-CRUSTACEA			2			11				5	2		2	2			1			3		28																			
6- DIPLOPODA						1				2				1	1	2					1	8																			

A intensidade amostral se mostrou representativa para os dados totais em ambas as paisagens (Figura 7), uma vez que todas as curvas de rarefação de riqueza apresentaram um rápido crescimento e se estabilizaram, formando um patamar.



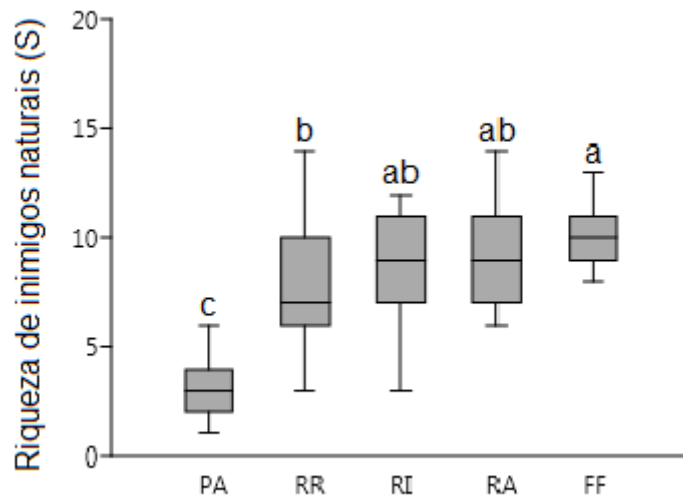
**Figura 7** - Curvas de rarefação de riqueza para as duas paisagens, nas duas coletas e nos totais representam a faixa de 95% de confiança. A - pastagem, B – restauração recente, C - restauração intermediária, D - restauração antiga e E - fragmento de floresta.

A riqueza de inimigos naturais se apresentou um incremento dentro da cronosequência (Figura 8), sendo que todas as áreas em restauração e de fragmento de floresta (FF) apresentaram índices superiores aos da pastagem (PA), sendo que as áreas em restauração intermediária (RI) e antiga (RA) não apresentou riqueza de inimigos naturais diferente do fragmento florestal.

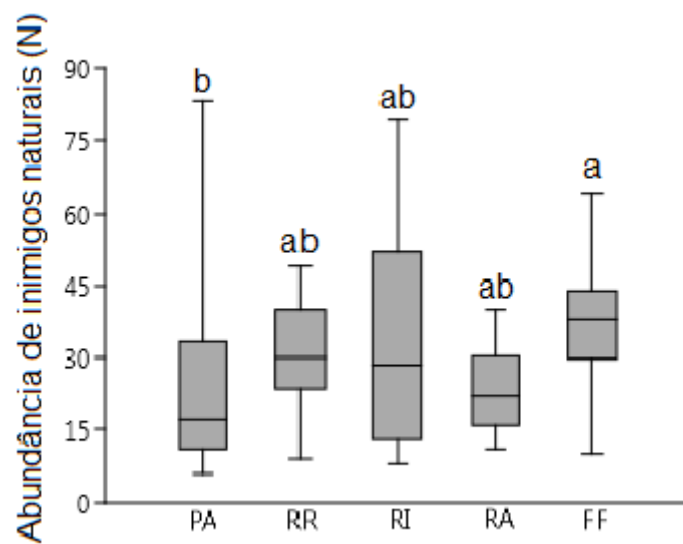
Já para a abundância de inimigos naturais foi observado diferenças entre as áreas de fragmento florestal (FF) e as áreas de pastagem (PA) (Figura 9), para esta variável as áreas em restauração não se diferenciaram das pastagens ou dos fragmentos de floresta.

A diversidade de inimigos naturais apresentou índices inferiores nas áreas de pastagens (PA) em relação as demais (Figura 10), neste caso, as áreas em restauração não apresentaram diversidade de inimigos naturais diferente dos fragmentos de floresta (FF).

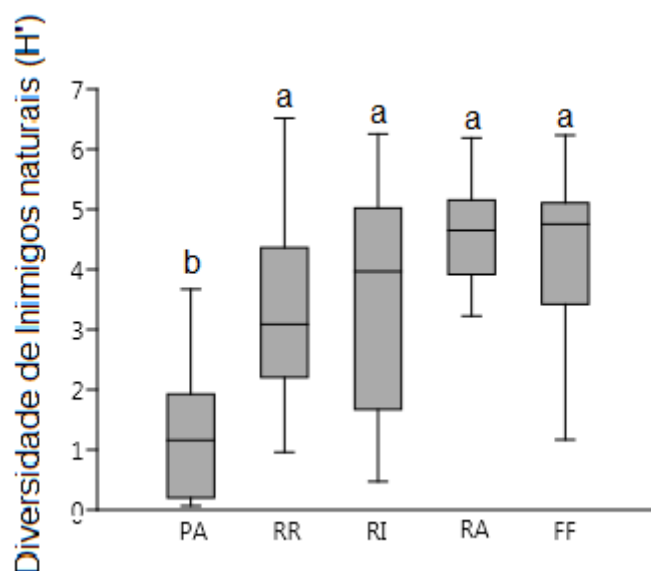




**Figura 8** - Riqueza média de inimigos naturais e desvio padrão dos dados totais, de ambas as paisagens e período sazonal, com os resultados do teste de tukey ( $p < 0,05$ ). PA=Pastagem, RR=Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.



**Figura 9**-- Abundância média de inimigos naturais e desvio padrão dos dados totais, de ambas as paisagens e ambos os períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p < 0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.

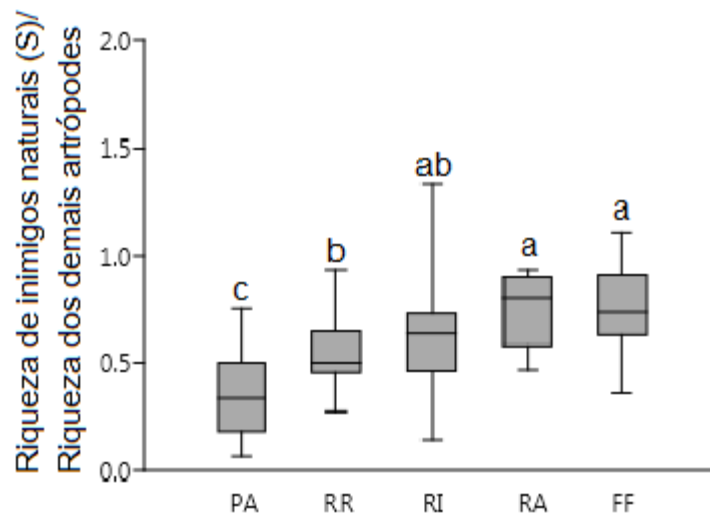


**Figura 10-** Diversidade média de inimigos naturais e desvio padrão dos dados totais, de ambas as paisagens e ambos os períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p < 0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.

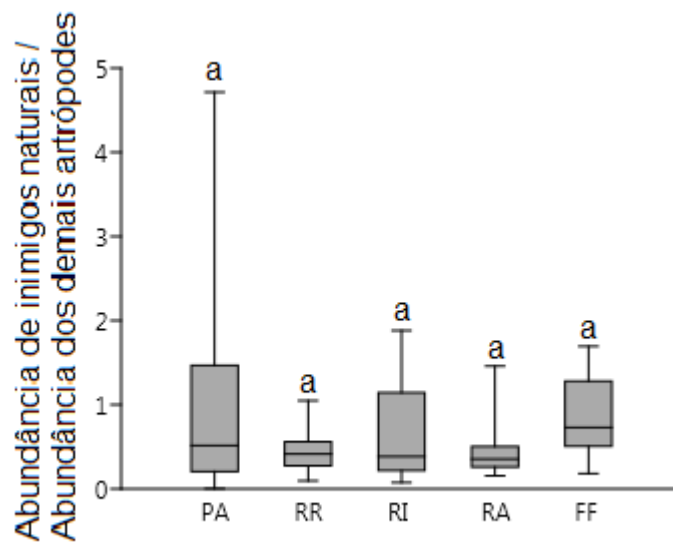
A razão entre a riqueza de inimigos naturais e a riqueza dos demais artrópodes apresentou diferenças entre as áreas de pastagem (PA), restauração recente (RR) e restauração antiga (RA) e fragmento de floresta (FF) (Figura 11), sendo que as áreas em restauração e os fragmentos de floresta apresentaram índices superiores aos das pastagens e as áreas em restauração intermediária (RI) e antiga (RA) não se diferenciaram dos fragmentos de floresta (FF).

A razão entre a abundância de inimigos naturais e a abundância dos demais artrópodes não apresentou diferença entre as áreas desta cronosequência (Figura 12).

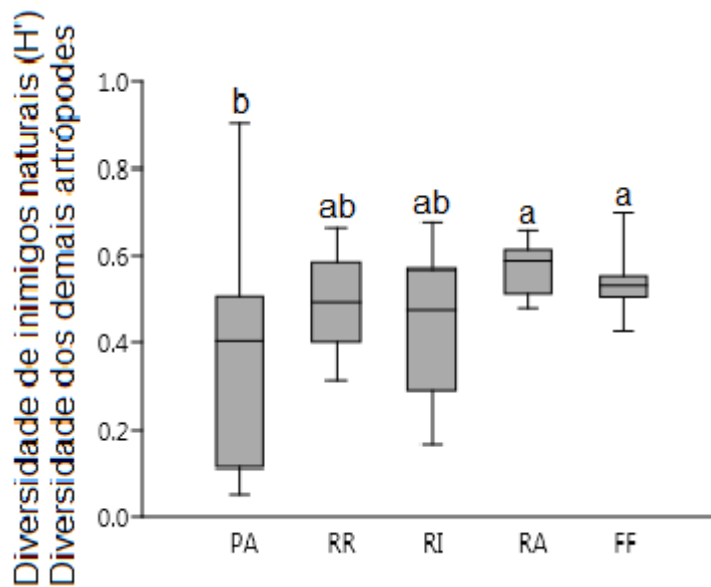
Já para a razão entre a diversidade de inimigos naturais e a diversidade dos demais artrópodes foi possível observar diferenças entre as áreas de pastagem (PA) e as áreas de restauração antiga (RA) e os fragmentos de floresta (FF) (Figura 13), as áreas em restauração recente (RR) e restauração intermediária (RI) não se mostraram diferentes das demais.



**Figura 11-** Razão entre a riqueza de inimigos naturais e a riqueza dos demais artrópodes, para os dados totais, de ambas as paisagens e ambos períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p < 0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.

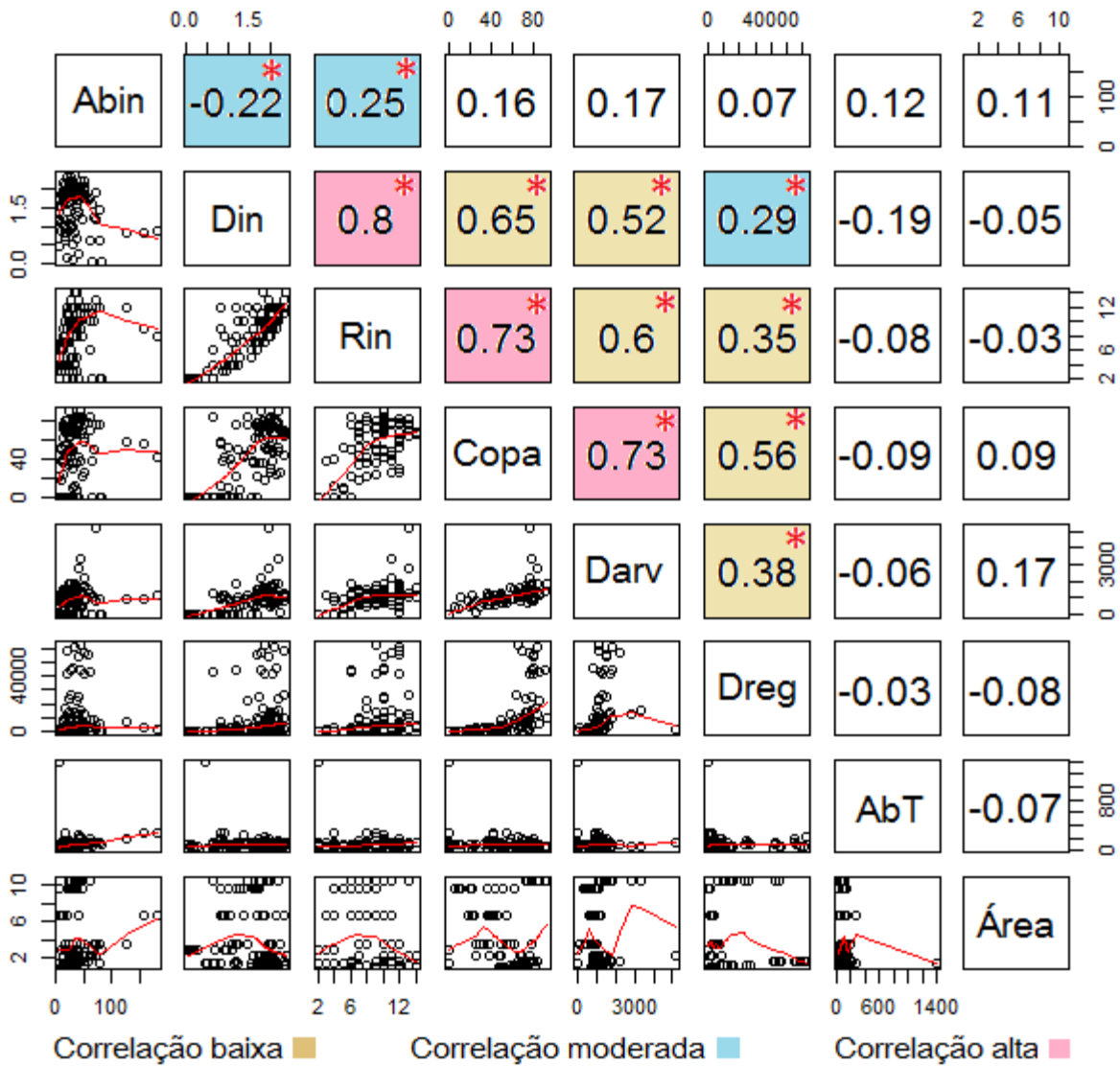


**Figura 12-** Razão entre a abundância de inimigos naturais e abundância dos demais artrópodes, para os dados totais, de ambas as paisagens e ambos os períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p < 0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.



**Figura 13-** Razão entre a diversidade de inimigos naturais e a diversidade dos demais artrópodes, para os dados totais, de ambas as paisagens e ambos períodos sazonais, com os resultados do teste de tukey ( $p < 0,05$ ). PA=Pastagem, RR= Restauração recente, RI=Restauração intermediária, RA=Restauração antiga, FF=Fragmento de floresta.

A correlação entre as variáveis de vegetação, da comunidade de inimigos naturais, área e abundância total de artrópodes (Figura 14) revelou que a abundância total de artrópodes (AbT) e a área (Área) não se correlacionaram com as variáveis da comunidade de inimigos naturais e a estrutura de vegetação. A abundância de inimigos naturais (Abin) não se correlacionou com a estrutura da vegetação. A diversidade de inimigos naturais (Din) e a riqueza de inimigos naturais (Rin) se correlacionaram positivamente com todas as variáveis da estrutura da vegetação, sendo que a diversidade de inimigos naturais (Din) apresentou correlação moderada com a cobertura de copa (Copa) e a densidade de árvores (Darv), e baixa correlação com a densidade de regenerantes (Dreg), já a riqueza de inimigos naturais (Rin) apresentou alta correlação com a cobertura de copa (Copa) e correlação moderada com a densidade de árvores (Darv) e a densidade de regenerantes (Dreg).



**Figura 14**-Correlação entre a abundância total de artrópodes (AbT), abundância (Abin), riqueza (Rin) e diversidade de inimigos naturais (Din), cobertura de copa (Copa), densidade de árvores (Darv), densidade de regenerantes (Dreg) e área em hectares (Área). Na parte superior encontram-se os coeficientes angulares e na parte inferior as curvas de dispersão entre as variáveis. \* para correlação significativa ( $p < 0,05$ ) e cores para qualificar as correlações (0 à 0,3 – baixa; 0,31 à 0,7 – moderada; >0,71 alta).

## 5. DISCUSSÃO

O grupo taxonômico de maior abundância entre os inimigos naturais encontrados nesse estudo foram os besouros da família Staphylinidae, besouros predadores generalistas de solo considerados bons agentes de controle para pragas da laranja (CIVIDANES et al., 2010). O segundo grupo mais abundante foi o de formigas da subfamília Dorylinae, importante inimigo de pragas de raízes (PACHECO et al., 2017). Dentre as aranhas, o grupo taxonômico mais abundante foi a família Araneidae, que já foi observado predando *Tuta absoluta*, importante praga do tomateiro (MEDEIROS et al., 2010).

### 5.1. A comunidade de inimigos naturais e demais artrópodes no processo de restauração florestal

Os resultados indicam que as áreas em processo de restauração florestal possuem maior riqueza de inimigos naturais que as áreas degradadas, não representativas do ecossistema original, pois, em geral, todas as áreas em restauração apresentaram maior número de grupos taxonômicos de inimigos naturais que a pastagem. Resultado similar foi encontrado quando o índice de diversidade foi utilizado para comparação. Estes resultados, feitos para inimigos naturais de modo geral, corroboram trabalhos que encontraram, ao longo de cronosequências de restauração ecológica, incremento da riqueza e/ou diversidade de grupos específicos de inimigos naturais ou artrópodes como parasitoides (GOULD et al., 2013), abelhas (GRIFFIN et al., 2017), hemípteros (MOIR et al., 2005) e escarabeíneos (NEVES et al., 2010).

As áreas de restauração florestal antiga atingiram a riqueza de inimigos naturais encontradas para florestas de referência, corroborando com o encontrado para escarabeíneos no nordeste do estado de São Paulo (NEVES et al., 2010). Assim, áreas em processo de restauração florestal, mesmo em estágios iniciais, podem ser similares em riqueza e diversidade aos ecossistemas de referência, corroborando o que já havia sido encontrado para a macrofauna do solo (MELONI; VARANDA, 2015; GRIFFIN et al., 2017; AMAZONAS et al., 2018). Ademais, os resultados sugerem que a recuperação para níveis próximos ao do ecossistema de referência seria, na restauração florestal, mais rápida para a comunidade de inimigos naturais do que o observado para atributos da vegetação (SUGANUMA; DURIGAN, 2015) e para a ciclagem de nutrientes (AMAZONAS et al., 2011).

Para a abundância de inimigos naturais foi possível observar que as áreas em restauração apresentaram resultados que não diferiram do fragmento de floresta ou da pastagem, porém a os dados do fragmento de floresta e da pastagem se diferiram, sugerindo que estes índices de abundância de inimigos naturais em áreas em restauração

demorem mais para se diferenciar do ecossistema degradado que os outros índices, porém corrobora a hipótese inicial uma vez que a abundância das áreas em restauração não se diferiu da encontrada no ecossistema de referência. Resultado similar foi em hemípteros, onde áreas com quatro e nove anos em processo de restauração apresentaram índices de abundância que também não diferiu do ecossistema de referência ou dos plantios mais novos (MOIR et al., 2005). Contradizendo o encontrado para parasitoides da família Ichneumonidae em áreas do Havaí, uma vez que, neste caso, as áreas em restauração apresentaram abundância maior que o ecossistema de referência e o degradado, neste caso essa diferença foi atribuída à presença de espécies de ichneumonidae exóticas, provocando desequilíbrio na comunidade local (GOULD et al., 2013), isso sugere, ainda, que outros aspectos da comunidade de inimigos naturais devem ser avaliados para se inferir sobre a abundância de uma melhor maneira.

## **5.2. Proporção de inimigos naturais em relação aos demais artrópodes no processo de restauração florestal**

A razão entre a comunidade de inimigos naturais e demais artrópodes, para os índices de riqueza e diversidade apresentou o incremento esperado durante o processo de restauração, corroborando a hipótese de que a restauração favorece maior incremento da comunidade de inimigos naturais em relação aos outros grupos de artrópodes.

Um alto valor de riqueza de inimigos naturais representa uma maior quantidade de nichos de predação/parasitismo preenchidos, ou seja, melhora a qualidade da atividade de controle realizada pelos inimigos naturais (CROWDER; JABBOUR, 2014), concordando com o encontrado na literatura que afirma que a função de controle dos inimigos naturais é mais efetiva em ecossistemas mais complexos, diminuindo a diversidade, riqueza e abundância de outros artrópodes (PROVEDA et al., 2008), uma vez que a formação de um novo habitat tende a ser mais efetivo para a comunidade de inimigos naturais que para os demais artrópodes (BIANCHI et al., 2013).

Um aumento no valor de riqueza de inimigos e a consequente melhora na qualidade da predação ou do parasitismo tende a diminuir a abundância total de artrópodes (CROWDER; JABBOUR, 2014), por isso a razão entre a abundância de inimigos naturais e a abundância dos demais artrópodes não mostrou diferença entre as áreas deste estudo, não corroborando com a hipótese inicial que esperava um crescimento dos valores desta relação durante a cronossequência de restauração. Assim, os resultados evidenciam que o quanto a restauração florestal pode incrementar na abundância de inimigos naturais em relação aos demais artrópodes pode não estar relacionada ao tempo do início da restauração, possivelmente fruto de variações nas condições ambientais e de manejo das

áreas em restauração, ou ser uma variável menos efetiva como fonte de variação da abundância de inimigos naturais em áreas em processo de restauração, como atributos abióticos (clima, elevação etc.), atributos espaciais (tamanho e forma) e a interação com outros inimigos naturais (CHAMBERLAIN et al., 2014).

### **5.3. Fatores que influenciam a comunidade de inimigos naturais**

Os resultados indicam que atributos da estrutura da vegetação na área em restauração afetam positivamente a riqueza e a diversidade de inimigos naturais. Desse modo, seria possível inferir indiretamente a restauração da comunidade de inimigos naturais em áreas de restauração florestal por meio da avaliação de indicadores estruturais da vegetação.

Os incrementos na estrutura da vegetação ocorridos no processo de restauração são fundamentais para a recolonização das áreas pela comunidade de artrópodes em geral (MOIR et al., 2005), confirmando o encontrado na literatura (MOIR et al., 2005; NYAFWONO et al., 2015; OTTERMANS et al., 2011; AMAZONAS et al., 2018), uma vez que possibilita habitat para as diferentes espécies e, assim, pode formar novos nichos de predação para os inimigos naturais, favorecendo a migração de novas espécies (HATTON et al., 2015). Por outro lado, esses resultados contradizem estudos da comunidade de inimigos em *shelterbelts*, que não encontraram relação entre a estrutura da vegetação e a riqueza de inimigos naturais, e a abundância apresentou correlação negativa com a estrutura da vegetação (GAMES-VIRUES et al., 2010).

Dentre as variáveis de estrutura de vegetação a cobertura de copa é a variável que apresentou os maiores valores de correlação com a riqueza e diversidade de inimigos naturais. A cobertura de copa também é a variável da estrutura de vegetação que melhor explica os índices de comunidade de carabídeos durante o processo de restauração, no município de Guaraqueçaba-PR (OTTERMANS et al., 2011). Além disso, a cobertura de copa explica a comunidade de borboletas da família Nymphalidae melhor que as demais variáveis de estrutura da vegetação em processo de restauração na floresta tropical africana (NYAFWONO et al., 2015). Estes resultados, portanto, reforçam o papel integrativo que o indicador cobertura de copas possui, justificando a importância como um indicador chave para o monitoramento do sucesso da restauração florestal (CHAVES et al., 2015; SUGANUMA; DURIGAN 2015; VIANI et al., 2017).



## 6. CONCLUSÃO

Com o presente trabalho pode-se concluir que a riqueza, a diversidade e a abundância de inimigos naturais aumentam durante o processo de restauração florestal, corroborando a hipótese inicial.

Além disso, ao longo do processo de restauração florestal, há aumento na relação da riqueza e diversidade de inimigos naturais sobre a dos demais artrópodes, corroborando a hipótese inicial e a ideia de que as áreas em restauração florestal gerariam um serviço ecossistêmico em potencial para cultivos agrícolas adjacentes. Porém, esse maior aumento proporcional não foi encontrado para a abundância de inimigos naturais, indicando que os resultados variam, provavelmente em função de variáveis ambientais e de manejo das áreas em restauração.

Por fim, atributos de estrutura de vegetação se correlacionam com os índices de riqueza e diversidade de inimigos naturais e, em virtude da possível variação entre a estrutura da vegetação para áreas em restauração de mesma idade, representam melhores indicadores da comunidade de inimigos naturais e artrópodes do que a idade da área em restauração e seriam ainda bons indicadores para se inferir, de modo geral, sobre a restauração da comunidade de inimigos naturais em paisagens florestais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D. S. S. L.; VENZON, M.; DUARTE, M. V. A.; SOUSA, F. F.; PALLINI, A.; HARWOOD, J.D. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological Control**, v. 64, p. 338-346, 2013.

AMAZONAS, N. T.; MARTINELLI, L. A.; PICCOLO, M. C.; RODRIGUES, R. R. Nitrogen dynamics during ecosystem development in tropical forest restoration. **Forest Ecology and Management**, v. 262, p. 1551-1557, 2011.

AMAZONAS, N.T.; VIANI, R.A.G.; REGO, M.G.A.; CAMARGO, F.F.; FUJIHARA, R. T.; VALSECHI, O.A. Soil macrofauna density and diversity across a chronosequence of tropical forest restoration in southeastern Brazil. **Brazilian journal of biology**, <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.169014>, 2018

ARONSON, J.; ALEXANDER, S. Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 3, p. 293-296, 2013.

BACARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T. J.; SOUZA, J.L.P.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015, 388p.

BIANCHI, F.J.J.A.; BOOIJ, C.J.H.; TSCHARNTKE, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. **Proceedings of the Royal Society of London Series B**, Biological Sciences, v. 273, p. 1715–1727, 2006.

BIANCHI, F. J.J.A.; GOEDHART, P.W.; BAVECO, J. M. Enhanced pest control in cabbage crops near forest in the Netherlands. **Landscape Ecology**, v.23, p. 595-602, 2008.

BIANCHI, F.J.J.A.; SCHELLHORN, N. A.; CUNNINGHAM, S. Habitat functionality for the ecosystem service of pest control: reproduction and feeding sites of pests and natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v.15, i. 1, p. 12-23,2013. DOI: 10.1111/j.1461-9563.2012.00586.x..

BLITZER, E. J.; DORMANN, C.F.; HOLZSCHUH, A.; KLEIN, A.M.; RAND, T.A.; TSCHARNTKE, T. Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 146, p. 34-43, 2012.

BULLOCK, J. M.; ARONSON, J.; NEWTON, A. C.; PYWELL, R. F.; REY-BENAYAS, J. M. Restoration of Ecosystem Services and Biodiversity: Conflicts and Opportunities. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, n. 10, p. 541-549, 2011.

BURKHARD, B.; KROLL, F.; NEDKOV, S.; MULLER, F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 17-29, 2012.

CALDER, I.; HOFER, T.; VERMONT, S.; WARREN, P. Towards a new understanding of forests and water. **Unasylva**, v. 58, n. 229, p. 3-10, 2011.

CÉSAR, R. G.; VIANI, R.A.G.; SILVA, M. C.; BRANCALION, P.H.S. Does a native grass (*Imperata brasiliensis* Trin.) limit tropical restoration like an alien grass (*Melinis minutiflora* P. Beauv.)? **Tropical Conservation Science**, v. 7, n.4, p. 639-656, 2014

CHAMBERLAIN, S. A.; BRONSTEIN, J.L.;RUDGERS, J.A. How context dependent are species interactions? **Ecology Letters**, v.17, p. 881-890, 2014.

CHAPLIN-KRAMER, R.; O'ROURKE, E.; BLITZER, E. J.; KREMEN, C.A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity.**Ecology Letters**, v. 14, p. 922-932, 2011.

CHAVES, R. B.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S.; ARONSON, J. On the need of legal frameworks for assessing restoration projects success: new perspectives from São Paulo state (Brazil). **Restoration Ecology**, v.23, n. 6, p. 754-759, 2015.

CHAZDON, R.L. Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v.340, p. 1458-1460, 2008.

CIVIDANES et al., 2010

CONSTANZA, R.; GROOT, R.; SUTTON, P.; PLOEG, S.; ANDERSON, S.J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER K. Changes in global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v.26, p. 152-158, 2014.

CROWDER, D.W.; JABBOUR, R. Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: Current status and future challenges. **Biological Control**, v. 75, p. 8-17, 2014.

DAILY, G. C.; ALEXANDER, S.; EHRlich, P. R.; GOULDER, L.; LUBCHENCO, J.; MATSON, P. A.; MOONEY, H. A.; POSTEL, S.; SCHNEIDER, S. H.; TILMAN, D.; WOODWELL, G. M. **Ecosystem services**: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. Washington (DC): Ecological Society of America, 1997. 392p.

DALE, V. H.; POLASKY, S. Measures of the effects of agricultural practices on ecosystem services.**Ecological Economics**, v. 64, p. 286-296, 2007.

GAMES-VIRUES, S.; GURR, G. M.; RAMAN, A.; NICOL, H. I. Plant diversity and habitat structure affect tree growth, herbivory and natural enemies in shelterbelts. **Basic and Applied Ecology**, v. 11, p. 542-549, 2010.

GIACOMINI, H.C. Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos pela teoria ecológica. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 4, p. 521-543, 2007

GATICA-SAAVEDRA, P.; ECHEVERRIA, C.; NELSON, C.R. Ecological indicators for assessing ecological success of forest restoration: a world review. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 6, p. 850-857, 2017

GRAY, C.L.; LEWIS, O.T. Do riparian forest fragments provide ecosystem services or disservices in surrounding oil palm plantations? **Basic and Applied Ecology**, v. 15, p. 693-700, 2014.

GOULD, R. K.; PEJCHAR, L.; BOTHWELL, S.G.; BROSI, B.; WOLNY,S.; MENDENHALL, C. D.; DAILY, G. Forest restoration and parasitoid wasps communities in montane Hawai'i. **Plos one**, v. 8, n. 3, p. 1 - 11, 2013

GRIFFIN, R.S.; BRUNINGA-SOCOLAR, B.; KERR, M.A.;GIBBS, J.;WINFREE,R. Wild bee community change over a 26-year chronossequence of restored tallgrass prairie. **Restoration Ecology**, v.25, n. 4, p. 650-660, 2017.

HARRISON, P. A.; BERRY, P. M.; SIMPSON, G.; HASLETT, J. R.; BLICHARSKA, M.; BUCUR, M.; DUNFORD, R.; EGOH, B.; GARCIA-LLORENTE, M.; GEAMANA, N.; GEERTSEMA, W.; LOMMELEN, E.; MEIRESONNE, L.; TURKELBOOM, F. Linkages between biodiversity attributes and ecosystems services: a systematic review. **Ecosystem Services**, v. 9, p. 191-203, 2014.

HATTON, I.A.; MCCANN, K.S.; FRYXELL, J.M.; DAVIES, T.J.; SMERLAK, M.; SINCLAIR, A.R.E.; LOREAN, M. The predator-prey power law: biomass scaling across terrestrial and aquatic biomes. **Science**, v.349, n. 6252, p.1070-1084, 2015

HOLL, K. D.; AIDE, T.M. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**, v. 261 p. 1558-1563, 2011.

INDICATTI, R.P. **Aranhas do Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro/Minas Gerais, Brasil**, ICMBIO, Ministério do Meio Ambiente, Boletim número 16, 46 p.

JONSSON, M.; WRATTEN, S. D.; LANDIS, D. A.; GURR, G. M. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. **Biological Control**, v. 45, p. 172-175, 2008.

KAMINSKI, L. A.; SENDOYA, S. F.; FREITAS, A. V. F.; OLIVEIRA, P. S. Ecologia comportamental na interface formiga-planta-herbívoros: interações entre formigas e lepidópteros. **Oecologia Brasiliensis**, v.13, n.1, p. 27-44, 2009.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTA, J. A. Restoration of degraded Tropical Forest landscapes. **Science**, v. 310, p. 1628-1632. 2005.

LE, H. D.; SMITH, C.; HERBOHN, J.; HARRISON, S.; More than just trees: Assessing reforestation success in tropical developing countries. **Journal of Rural Studies**, v. 28, p. 5-19, 2012.

LENTEREN, J. C. The state of commercial argumentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, p. 1-20, 2012.

LETOURNEAU, D.K.; JEDLICKA, J.A.; BOTHWELL, S.G.; MORENO, C.R. Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivories in terrestrial ecosystems. **Annual Reviews of Ecology Evolution, and Systematics**, v.40, p. 573-592, 2009.

LETOURNEAU, D. K.; ARMBRECHT, I.; RIVERA, B. S.; LERMA, J. M.; CARMONA, E. J.; DAZA, M.C.; ESCOBAR, S.; GALINDO, V.; GUTIERREZ, C.; LOPEZ, S.D.; MEJIA, J.L.; RANGEL, A.M.A.; RANGEL, J.H.; RIVERA, L.; SAAVEDRA, C. A.; TORRES, A.M.; TRUJILLO, A. R. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. **Ecological Applications**, v. 21, n. 1, p. 9-21, 2011.

LIMA, V.P.; SERRA, A.L. Análise morfológica comparada da venação de asas da ordem Diptera (Linnaeus, 1758 – Arthropoda, Insecta). **ConScientiae Saúde**, v. 7, n. 4, p. 525 – 533, 2008.

LOSEY, J. E.; VAUGHAN, M. The economic value of ecological services provided by insects. **BioScience**, v. 56, n. 4, p. 311-323, 2006.

MA (Millennium Ecosystem Assessment). **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press/World Resources Institute, Washington (DC). 2005.

- MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Malden (MA): Blackwell publishing, 2005, 256 p.
- MATZEK, V.; PULESTON, C.; GUNN, J. Can carbon credit fund riparian forest restoration? **Restoration Ecology**, v.23, n.1, p.7-14, 2015.
- MCDONALD, T.; JONSON, J.; DIXON, K.W. National standards for the practice of ecological restoration in Australia. **Restoration ecology**, v.24, n.5, p. 4-32. 2016
- MCFAYDEN, S.; HOPKINSON, J.; PARRY, H.; NEAVE, M.J.; BIANCHI, F. J. J. A.; ZALUCKI, M. P.; SCHELLHORN, N. A. Early-season movement dynamics of phytophagous pest and natural enemies across a native vegetation-crop ecotone. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 200, p. 110-118, 2015.
- MEDEIROS, M.A; SUJII, E.R.; MORAIS, H.C. Fatores de mortalidade na fase de ovo de *Tuta absoluta* em sistemas de produção orgânica e convencional de tomate. **Bragantia**, v. 70, n.1, p. 72-80, 2011.
- MELONI, F.; VARANDA, M. E. Litter and soil arthropod colonization in reforested semi-deciduous seasonal Atlantic forests. **Restoration Ecology**, v.23, n. 5, p.690-697, 2015.
- MITCHEL, M. G. E.; BENNET, E.M.; GONZALES, A. Linking landscape connectivity and Ecosystem Service Provision: Current Knowledge and Research Gaps. **Ecosystems**, v. 16, p. 894-908, 2013.
- MONTOYA, D.; ROGERS, L.; MEMMOTT, J. Emerges perspectives in the restoration of biodiversity based ecosystem services. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 27, n 12, p. 666-672, 2012.
- MOIR, M.L.; BRENNAN, K.E.C.; KOCH, J.M.; MAJER, J.D.; FLETCHER, M.J. Restoration of a forest ecosystem: the effects of vegetation and dispersal capabilities on the reassembly of plant-dwelling arthropods. **Forest, Ecology and Management**, v. 217, p. 294-306, 2005
- NEMEC, K.T.; ALLEN, C. R.; DANIELSON, S.D.; HELZER, C.J. Responses of predatory invertebrates to seeding, density and plant species richness in experimental tallgrass prairie restorations. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 183, p. 11-20, 2014.
- NEVES, F.S.; OLIVEIRA, V.H.F.; ESPÍRITO-SANTO, M.M.; VAZ-DE-,MELLO, F.Z.; LOUZADA, J. ; SANCHEZ-AZOFEIFA, A.; FERNANDES, G. W. Successional and seasonal changes in a community of dung-beetle (Coleoptera: Scarabeinae) in a brazilian tropical dry forest. **Natureza & Conservação**, v.8, n. 2. p. 160-164, 2010
- NYAFWONO, M.; VALTONEN, A.; NYEKO, P.; OWINY, A.A.; ROININEN, H. Tree community composition and vegetation structure predict butterfly community recovery in a restored afro-tropical rain forest, **Biodiversity and Conservation**, v.24, n. 6, p. 1473-1485, 2015
- OLSON D.; ANDOW, D. Patch edges and insect populations. **Plant-Animal Interactions**, v.155, p. 549-558, 2008.
- OTTERMANS, R.; HOPP, P.W.; GUSCHAL, M.; SANTOS, G.P.; MEYER, S.; ROBNIKOL, M. Casual relationship between leaf litter beetle communities and restoration

patterns of vegetation in the Atlantic rainforest of southern Brazil (Mata Atlântica). **Ecological complexity**, v. 8, p. 299-309, 2011.

PACHECO, R.; CAMACHO, G.P.; FRIZZO, T.L.M.; VASCONCELOS, H.L. Effects of land-use changes on ecosystems services: decrease in ant predation in human-dominated landscapes in central Brazil. **Entomologia Experimentalist Applicata**, v. 162, n. 3, p. 302-308, 2017.

PALMER, M. A.; FILOSO, S. Restoration of ecosystem services for environmental markets. **Science**, v. 325, p. 575-576, 2009.

PARTAUFG, T.; DAUBER, J.; WOLTERS, V. The response of carabids to landscape simplification differs between trophic groups. **Oecologia**, v. 142, p. 458-464, 2005.

PERDIKIS, D.; FANTINO, A.; LYKOURESSIS, D. Enhancing pest control in annual crops by conservation of predatory Heteroptera. **Biological Control**, v. 59, p. 13-21, 2011.

PROVEDA, K.; GÓMEZ, M.I.; MARTÍNEZ, E. Diversification practices: their effects on pest regulation and production. **Revista colombiana de entomologia**, v. 34, n.2, p.131-144, 2008

REZENDE, M.Q.; VENZON, M.; PEREZ, A.L.; CARDOSO, I.M.; JANSSEN, A. Extrafloral nectaries of associated trees can enhance natural pest control. **Agricultural, Ecosystem and Environment**, v.188, p. 198-203, 2014.

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

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v.142, p. 1242-1251, 2009.

RUSCH, A.; CHAPLIN-KRAMER, R.; GARDINER, M.M.; HAWRO, V.; HOLLAND, J.; LANDIS, D.; THIES, C.; TSCHARNTKE, T.; WEISSER, W.W.; WINQVIST, C.; WOLTZ, M.; BOMMARCO, R.; Agricultural landscape simplification reduces natural pest control: A quantitative synthesis. **Agricultural, Ecosystems and Environment**, v.221, p. 198-204, 2016.

SANTOS, K.; KINOSHITA, L. S. Flora arbustivo-arbórea do fragmento de floresta estacional semidecidual do ribeirão cachoeira, município de Campinas, SP. **Acta botânica brasileira**, v. 17, n. 3, p. 325-341, 2003.

SARTHOU, J.P.; BADOZ, A.; VAISSIERE, B.; CHEVALLIER, A.; RUSCH, A. Local more than landscape parameters structure natural enemy communities during their overwintering in semi-natural habitats. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 194, p. 17-28, 2014.

SOCIETYFOR ECOLOGICAL RESTORATION- SER, Science and Policy Working Group, **International Primer on Ecological Restoration**, Washington, DC, 2004.

SMITH, H. F.; SULLIVAN, C. A. Ecosystems services within agricultural landscapes - Farmers' perceptions. **Ecological Economics**. v. 98, p 72-80, 2014.

SMITH, I. M.; HOFFMANN, A. A.; THOMSON, L. J. Coccinellid abundance in shelterbelts is affected more by adjacent crop type and aphid abundance than vegetation characteristics. **Biological Control**, v.87, p. 47-55, 2015.

STANTURF, J.A.; PALIK, B. J.; DUMROESE, R. K. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. **Forest Ecology and Management**, v. 331, p.292-323, 2014.

SUGANUMA, M. S.; TORENZAN, J. M. D.; CAVALHEIRO, A. L.; VANZELA, A. L. L.; BENATO, T. Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madura. **R. Árvore**, v.32, n.2, p. 377-385, 2008.

SUGANUMA, M. S.; DURIGAN, G. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. **Restoration Ecology**, v.23, n.3, p. 238-251, 2015.

SUDING, K.; HIGGS, E.; PALMER, M.; CALLICOT, J. B.; ANDERSON, C. B.; BAKER, M.; GUTRICH, J. J.; HONDULA, K. L.; LAFEVOR, M. C.; LARSON, B. M. H.; RANDALL, A.; RUHL, J. B.; SCHWARTZ, K. Z. S. Committing to ecological restoration. **Science**, v. 348, i. 6235, p. 638 - 640, 2015.

SWINTON, S. M.; LUPI, F.; ROBERTSON, G.P.; HAMILTON, S. K. Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. **Ecological Economics**, v. 64, p. 245-252, 2007.

THOMSON, L. J.; HOFFMANN, A.A. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. **Biological Control**, v. 49, p. 259-269, 2009.

THOMSON, L. J.; HOFFMANN, A.A. Natural enemy responses and pest control: Importance of local vegetation. **Biological Control**, v. 52, p. 160-166, 2010.

THOMSON, L. J.; MCKENZIE, J.; SHARLEY, D. J.; NASH, M. A.; TSITSILAS, A.; HOFFMAN, A. A. Effect of wood vegetation at the landscape scale on the abundance of natural enemies in Australian vineyards. **Biological Control**, v. 54, p. 248-254, 2010.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**.2.ed. São Paulo :Cengage Learning, 2015, 761p.

VIANI, R.A.G.; HOLL, K.D.; PADOVEZI, A.; STRASSBURG, B.B.B.; FARAH, F.T.; GARCIA, L.C.; CHAVES, R.B.; RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S. Protocol for monitoring tropical forest restoration. Perspectives from the Atlantic forest restoration pact in Brazil. **Tropical Conservation Science**, v.10, p.1-8, 2017.

WALLACE, K. J. Classification of ecosystems services: Problems and solutions. **Biological Conservation**, v.129, p. 235-246, 2007.

WORTLEY, L.; HERO, J. M.; HOWES, M. Evaluating Ecological Restoration Success: A review of the literature. **Restoration Ecology**, v. 21, n. 5, p. 537-543, 2013.

ZAHAWI, R. A.; HOLL, K.D.; COLE, R.J.; REID, J.L. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, p. 88-96, 2013.

ZHANG, W.; RICKETTS, T. H.; KREMEN, C.; CARNEY, K.; SWINTON, S. M. Ecosystems Services and Dis-Services to agriculture. **Ecological Economics**, v. 64, p. 253-260, 2007.