**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Dinâmica populacional e distribuição de insetos em plantios florestais na
Estação Experimental de Anhembi (Anhembi, SP)**

Murilo Gaspar Litholdo

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2018**

Murilo Gaspar Litholdo
Engenheiro Agrônomo

**Dinâmica populacional e distribuição de insetos em plantios florestais na
Estação Experimental de Anhembi (Anhembi, SP)**

Orientador:
Prof. Dr. **WESLEY AUGUSTO CONDE GODOY**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Litholdo, Murilo Gaspar

Dinâmica populacional e distribuição de insetos em plantios florestais na Estação Experimental de Anhembi (Anhembi, SP) / Murilo Gaspar Litholdo. - - Piracicaba, 2018.

61 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Glycaspis brimblecombei* 2. Heterogeneidade vegetal 3. Dinâmica populacional I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Cesar e Virginia,
pelo amor, apoio e incentivo
durante todo o processo de
formação do mestrado

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos dar força, persistência e coragem para nunca desistir de nossos sonhos.

Aos meus pais, Virginia e Cesar, por todos os conselhos, incentivo, amor e conforto nos momentos difíceis, a quem devo todo o respeito e gratidão.

Aos meus irmãos Claudio, Marina e Cesar, sua esposa Katia e minhas sobrinhas Carolina e Isabela, pelas conversas, risos, incentivo, amizade, cumplicidade e pela demonstração de amor.

A Érika Andrade Moreira, pela ajuda durante todo o mestrado, pelos bons conselhos, pelas críticas quando necessárias, mas sobretudo pela amizade, carinho e todo apoio.

Ao Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy, meu orientador, muito obrigado pela oportunidade, amizade, confiança, exigência, que contribuíram muito para minha formação profissional e também pessoal.

Ao Dr. Adriano Gomes Garcia pelo auxílio durante toda a condução do mestrado, a parceria e conselhos que contribuíram muito para minha formação.

À Barbara Castelano pelo auxílio nas coletas de armadilhas durante os meses, além da amizade e agradável convívio.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia e Entomologia Florestal, Mayara Araújo, Walter Mesquita, Maysa Tomé, Isabelle Bueno, Isabela Bueno, Elisangela Novais, Bruno Malaquias, Jessica Pachu, Francisco Sales, Lucas Fernandes e João Ângelo pelo agradável convívio e pelos auxílios prestados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo fornecimento da bolsa e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro para a condução dos experimentos.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pelas excelentes aulas ministradas.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 IMPORTÂNCIA DO EUCALIPTO	13
2.2 PRAGAS FLORESTAIS E INIMIGOS NATURAIS	14
2.2.1 Vespa-da-galha (<i>Leptocybe invasa</i>)	15
2.2.2 Percevejo-bronzeado (<i>Thaumastocoris peregrinus</i>)	16
2.2.3 Psílideo-de-concha (<i>Glycaspis brimblecombei</i>)	17
2.3 MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS	19
2.4 HETEROGENEIDADE VEGETAL	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 ANÁLISE ESPACIAL	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
6. CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS.....	53

RESUMO

Dinâmica populacional e distribuição de insetos em plantios florestais na Estação Experimental de Anhembi (Anhembi, SP)

O setor florestal brasileiro é referência mundial devido a sua alta produtividade, sustentabilidade e inovação, porém ainda há muitos entraves para a continuidade do crescimento. Com a introdução de novas pragas nos plantios de eucalipto, o conhecimento sobre as relações ecológicas tornou-se fundamental para estabelecer medidas efetivas de controle e monitoramento. Os objetivos do presente estudo foram conhecer as dinâmicas populacionais de insetos florestais com predomínio em eucalipto, com ênfase no padrão de distribuição de psilídeo-de-concha. Foram instaladas 5 armadilhas adesivas amarelas, em 26 pontos na Estação Experimental de Anhembi, SP. As coletas foram realizadas durante 12 meses, com início em dezembro de 2016 e término em novembro de 2017. As armadilhas permaneceram instaladas durante 15 dias de cada mês. Foram quantificadas as pragas exóticas *Glycaspis brimblecombei*, *Thaumastocoris peregrinus*, *Leptocybe invasa*, predadores (coccinelídeos e crisopídeos) e os parasitoides *Selitrichodes neseri*, *Psyllaephagus bliteus* e *Cleruchoides noackae*. Analisou-se o total de insetos de cada grupo (variável resposta), afetados por fatores abióticos como temperatura, mês, pluviosidade, tipo do eucalipto e tamanho do talhão (variáveis explicativas), utilizando modelos lineares generalizados com distribuição binomial negativa. Variáveis não significantes ($P > 0.15$) foram removidas dos modelos. A seleção de modelos baseou-se no critério de informação de Akaike. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R® (R Development Core Team, 2015). Dados meteorológicos (temperatura e pluviosidade) foram obtidos da estação climática da Estação Experimental em Anhembi. Um mapa vetorial foi construído usando a interface ArcMap do software ArcGis 10.3 (ESRI 2014), representando pontos de amostragem por um shapefile combinado com uma tabela de atributos, com o número de insetos em cada ponto. A técnica de Inverse Distance Weighted (IDW) foi utilizada com o número de insetos encontrados em cada ponto de coleta. Métodos de interpolação foram usados para estimar o valor de cada ponto não amostrado a partir dos valores nos pontos amostrados, e um mapa de distribuição de abundância foi construído para as espécies. Os insetos observados com as maiores abundâncias foram o psilídeo-de-concha com 5904 indivíduos, coccinelídeos com 1068 indivíduos, *P. bliteus* com 271 indivíduos, vespa-da-galha com 45 indivíduos, percevejo-bronzeado com 10 indivíduos, crisopídeos com 44 indivíduos. Temperatura, tamanho da área, diferentes espécies de eucalipto e mês influenciaram significativamente nas populações de coccinelídeos, *P. bliteus* e *G. brimblecombei*. Não há correlação nos picos populacionais de *G. brimblecombei* com os fatores ambientais temperatura e pluviosidade, mesmo quando esses fatores são considerados simultaneamente. Os picos populacionais de *G. brimblecombei* ocorreram na primavera, com temperaturas altas e início do período chuvoso. As populações de *G. brimblecombei* tendeu a concentrar-se mais proximamente ao curso do rio e afastar-se de áreas com maior atividade agrícola.

Palavras-chave: *Glycaspis brimblecombei*; Heterogeneidade vegetal; Dinâmica populacional

ABSTRACT

Population dynamics and insect distribution in forest plantations at Anhembi Experimental Station (Anhembi, SP)

The Brazilian forestry sector is a world reference due to its high productivity, sustainability and innovation, but there are still many obstacles to the continuity of growth. With the introduction of new pests in eucalyptus plantations, the knowledge about ecological relationships has become essential to establish effective control and monitoring measures. The aim of the present study was to know the population dynamics of forest insects, mainly in eucalyptus and emphasizing the distribution pattern of *Glycaspis brimblecombei*. Five yellow adhesive traps were installed in 26 points at the Experimental Station in Anhembi, SP. The collections were carried on during 12 months, from the beginning of December 2016 until the end of November 2017. Traps remained installed for 15 days of each month. It was quantified the following exotic pests: *Glycaspis brimblecombei*, *Thaumastocoris peregrinus*, *Leptocybe invasa*, predators such as (Coccinellidae and Chrysopidae) and the parasitoids *Selitrichodes neseri*, *Psyllaephagus bliteus* and *Cleruchoides noackae*. It was analyzed the total number of insects of each group (response variable), affected by abiotic factors such as temperature, month, rainfall, eucalyptus type and size of the field (explanatory variables), using generalized linear models with negative binomial distribution. Non-significant variables ($P > 0.15$) were removed from the models. The selection of models was based on Akaike's information standard. All statistical analyzes were performed using R® software (R Development Core Team, 2015). Meteorological data (temperature and rainfall) were obtained from the climatic station of the Anhembi Experimental Station. A vector map was constructed using the ArcMap interface of ArcGis 10.3 software (ESRI 2014), representing sampling points by a shapefile combined with an attribute table, with the number of insects at each point. The Inverse Distance Weighted (IDW) technique was used with the number of insects found at each collection point. Interpolation methods were used to estimate the value of each point not sampled from the values at the points sampled, and an abundance distribution map was made for the species. The greatest abundances of insects were observed for *G. brimblecombei* with 5904 individuals, Coccinellidae with 1068 individuals, *P. bliteus* with 271 individuals, *L. invasa* with 45 individuals, *T. peregrinus* with 10 individuals, Chrysopidae with 44 individuals. Temperature, area size, different species of eucalyptus and month influenced significantly in the populations of Coccinellidae, *P. bliteus* and *G. brimblecombei*. There is no correlation in the population peaks of *G. brimblecombei* with the environmental factors for temperature and rainfall, even when these factors are considered simultaneously. The population peaks of *G. brimblecombei* occurred in the spring, with high temperatures and the early rainy season. The populations of *G. brimblecombei* tended to concentrate more closely to the course of the river and to move away from areas with greater agricultural activity.

Keywords: *Glycaspis brimblecombei*; Plant heterogeneity; Population dynamics

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem por satélite da Fazenda Experimental de Anhembi, SP (GOOGLE, 2018).....	24
Figura 2. Distribuição de pontos amostrais na Estação Experimental de Anhembi, SP (Fonte: Departamento de Ciências Florestais ESALQ).	25
Figura 3. Imagens de armadilhas adesivas amarelas instaladas na Estação Experimental de Anhembi, SP.	26
Figura 4. Armadilhas adesivas amarelas retiradas da fazenda Experimental de Anhembi, SP, após envolvidas por saco plástico transparente.	28
Figura 5. Armadilhas adesivas amarelas avaliadas (pontos vermelhos indicam insetos quantificados.	29
Figura 6. Histórico de temperatura e pluviosidades da Estação Experimental de Anhembi, SP, durante a coleta de dados.....	30
Figura 7. Flutuação populacional dos insetos avaliados na Estação Experimental de Anhembi, SP.....	35
Figura 8. Flutuação populacional de psíldeo-de-concha e o parasitoide <i>P. bliteus</i> na Estação Experimental de Anhembi, SP.	37
Figura 9. Flutuação populacional de psíldeo-de-concha e crisopídeos na Estação Experimental de Anhembi, SP.	38
Figura 10. Flutuação populacional de psíldeo-de-concha e coccinelídeos na Estação Experimental de Anhembi, SP.	39
Figura 11. Número de psíldeos-de-concha encontrados em cada uma das 4 estações do ano na Estação Experimental de Anhembi, SP. Boxplots seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn ($P < 0,05$).	44

Figura 12. Espécies ou grupos de insetos em diferentes espécies ou combinações de plantios na Estação Experimental de Anhembi, SP.	46
Figura 13. Abundancia de psilídeo-de-concha em dezembro de 2016 na Estação Experimental de Anhembi, SP.....	47
Figura 14. Abundancia de psilídeo-de-concha em abril de 2017 na Estação Experimental de Anhembi, SP.....	48
Figura 15. Abundancia de psilídeo-de-concha em novembro de 2017 na estação experimental de Anhembi, SP.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Espécies de plantas e área de plantio por ponto amostral, onde foram instaladas armadilhas adesivas amarelas na Estação Experimental de Anhembi, SP.	27
Tabela 2. Datas de instalação e retirada de armadilhas na Estação Experimental de Anhembi, SP.....	28
Tabela 3. Total de insetos coletados por ponto amostral na Estação Experimental de Anhembi, SP.....	33
Tabela 4. Resultados das análises examinando o efeito da temperatura, pluviosidade, mês, tipo de plantio e área do talhão em cada um dos principais grupos amostrados na área de estudo.	42

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro é referência mundial devido a sua alta produtividade, sustentabilidade e inovação, porém apesar da posição de destaque, ainda há muitos entraves para a continuidade do crescimento. A produção de madeira baseada em plantações florestais, caracteriza-se principalmente por espécies clonais de eucalipto, viabilizando o sucesso da produção industrial de papel e celulose, painéis e chapas e da siderurgia, baseada em carvão vegetal (IBÁ, 2017). Os produtos gerados pelo setor estão presentes no dia-a-dia do brasileiro, desde produção de celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, carvão vegetal e biomassa. O setor exerce papel fundamental na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, com diversos serviços ambientais, como a regulação dos ciclos hidrológicos, o controle da erosão e da qualidade do solo, a conservação da biodiversidade e a provisão de oxigênio para o planeta (IBÁ, 2017).

Várias espécies de insetos estão associadas aos plantios de Eucalipto. Dentre as pragas com destaque no Brasil estão as lagartas e besouros desfolhadores, insetos broqueadores, cupins e formigas cortadeiras, que podem causar danos em viveiros de mudas e principalmente no campo, em extensos plantios (VILELA; ZUCCHI, 2015). Além das pragas nativas, nas últimas décadas, os riscos de introdução de pragas exóticas no país têm aumentado. Segundo Iede; Penteado; Reis-Filho (2000) a introdução de pragas exóticas está associada à intensificação do comércio mundial e o aumento do turismo internacional. Originárias da Austrália, as pragas exóticas que têm afetado a produção de madeira no Brasil e que nos últimos anos têm se destacado são: psílideo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*), percevejo-bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*), gorgulho-do-eucalipto (*Gonipterus platensis*) e vespa-de-galha (*Leptocybe invasa*) (WILCKEN; BERTI-FILHO, 2008).

Segundo Pereira, Caldeira e Soares (2016), desconhecimento das relações ecológicas que ocorrem entre o hospedeiro, a praga e seu complexo de inimigos naturais, relacionado também às condições edafoclimáticas, levam a utilização de medidas inadequadas de controle, que podem criar problemas maiores do que aqueles que deveriam ser resolvidos, assim o conhecimento dessas relações ecológicas é fundamental para estabelecer as medidas de monitoramento e controle. Todos os fatores que agem no ecossistema devem ser conhecidos para o sucesso

de estratégias baseadas na utilização racional dos diferentes métodos de controle disponíveis que, além de eficientes, minimizam os possíveis impactos ambientais (PEREIRA; CALDEIRA; SOARES, 2016).

A execução de um Programa de Manejo Integrado de Pragas requer, inicialmente, um sistema de monitoramento adequado, visando a detecção precoce dos surtos, a distribuição geográfica das pragas, densidade populacional, para assim determinar as medidas de controle que serão efetivas. A técnica de monitoramento deve ser precisa, de fácil execução e de certa forma flexível, para adaptar-se a diferentes locais. O levantamento populacional constitui uma das primeiras etapas do manejo integrado de pragas, pois permite conhecer, caracterizar e determinar a abundância de espécies da entomofauna presente e determinar o potencial de danos das mesmas (ZANETTI, 2010).

Os objetivos do presente estudo foram conhecer as dinâmicas populacionais de insetos florestais com predomínio em eucalipto, considerando as variáveis pluviosidade, temperatura, umidade, heterogeneidade de plantas distribuídas e tamanho dos talhões florestais, com ênfase no padrão de distribuição do psíldeo-de-concha, para suporte em programas de manejo integrado de pragas florestais.

2. REVISÃO

2.1. Importância do eucalipto

O setor de árvores plantadas ocupa menos de 1% do território nacional com produção de madeira, porém representa mais de 90% de toda a madeira utilizada para fins industriais no país, além disso, o setor vem ganhando destaque no mundo pelo crescimento e produtividade, com potencial para ser fonte de mais de cinco mil produtos e subprodutos originários da madeira (IBÁ, 2017). O setor de árvores plantadas contribui para a conservação da biodiversidade, preservação do solo, regulação dos recursos hídricos, recuperação de áreas degradadas e geração de energia renovável, principalmente pelos investimentos em manejo sustentável. O setor ainda tem potencial para no futuro abastecer outras indústrias, com seus derivados cada vez mais presentes no dia a dia (IBÁ, 2017).

A área destinada ao plantio de florestas no Brasil totaliza 7,84 milhões de hectares e deste total o plantio de eucalipto se destaca ocupando aproximadamente 72% do total. Nos últimos cinco anos, as áreas de plantio de eucalipto impulsionadas pelo crescimento de 2,4% a.a., chegaram a mais de 5,56 milhões de hectares dos reflorestamentos no País, localizados principalmente nos estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%) (IBÁ, 2017). O Brasil está entre os principais produtores de celulose, papel e painéis de madeira no mundo, com as exportações nos últimos anos contribuindo diretamente na balança comercial do país, assumindo papel importante no desenvolvimento social, ambiental e econômico. Além disso, o setor tem investido também para transformar subprodutos e resíduos dos processos industriais em produtos inovadores, renováveis e que contribuam para o fortalecimento de uma economia de baixo carbono. Nos últimos anos o investimento em melhoramento para seleção de híbridos mais produtivos e adaptados, clonagem, fertilizantes mais eficientes, mecanização de operações florestais, entre outros, tem sido fator fundamental para aumento de produtividade com menor custo (IBÁ, 2017).

A associação responsável pela representação institucional da cadeia produtiva de árvores plantadas, denominada IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores), considerando os níveis atuais de produtividade, projetou que a demanda por madeira para uso industrial e geração de energia chegará a 5,2 bilhões de metros

cúbicos por ano, um acréscimo de 40% nos próximos 35 anos, o que exigiria o plantio adicional de cerca de 210 milhões de hectares de eucalipto em todo o mundo (IBÁ, 2017).

Oriundas da Austrália, as primeiras plantas foram trazidas para o Brasil por volta de 1824, possuindo mais de 600 espécies e variedades dentro dos gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* (Myrtaceae) (HOLTZ et al., 2003; PEREIRA; CALDEIRA; SOARES, 2016; ZANUNCIO et al., 1991). A boa adaptação às condições climáticas brasileiras faz com que o plantio de florestas do gênero *Eucalyptus* se espalhe por todo território nacional (GARLET et al., 2013). Por outro lado, relatos de surtos de insetos herbívoros nativos e exóticos têm aumentando nos últimos anos, consequentemente aumentando o número de aplicações de agrotóxicos nas florestas plantadas (MANSFIELD, 2016; MEWES et al., 2013).

A natureza imprevisível da estrutura da comunidade de insetos em florestas é desafiadora no tocante as interpretações analíticas. Considerados sistemas de alta longevidade e maior estabilidade, as áreas de floresta comparadas a outros sistemas de cultivo no país, comportam maior diversidade de insetos (PEREIRA; ZANUNCIO; SCHOEREDER, 1994). Desta forma, a compreensão das relações entre os insetos herbívoros que recebem ou não o status de praga e os seus inimigos naturais é essencial para o desenvolvimento de políticas de conservação e de manejo integrado para a proteção florestal (FERREIRA, 2014).

2.2. Pragas florestais e Inimigos Naturais

As pragas nativas são os principais problemas das florestas de eucalipto e dentre elas destacam-se as formigas cortadeiras, cupins, lagartas desfolhadoras e o besouro amarelo, porém, nos últimos anos o estabelecimento de pragas exóticas, como o psílideo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae), o percevejo-bronzeado *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) e a vespa-de-galha *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae), tem comprometido o desenvolvimento de espécies e clones de eucalipto, principalmente nas regiões onde há períodos de seca definidos, como a região do cerrado e interior do Nordeste (WILCKEN et al., 2011a).

Com o aumento recente no comércio internacional, principalmente de produtos vegetais, a possibilidade de introdução de pragas exóticas gerou

preocupação no setor florestal (VILELA; ZUCCHI, 2015). Nas duas últimas décadas as florestas de eucalipto foram gravemente ameaçadas por pragas invasoras exóticas (WINGFIELD et al., 2001, 2008). Quando atacados por insetos, as plantações florestais podem sofrer uma redução significativa na quantidade e qualidade da madeira produzida (CANDY et al., 1992; FERNANDES et al., 2014; IEDE; PENTEADO; REIS-FILHO, 2000; SAVARIS et al., 2011; SHEPHERD, 1994; WILCKEN et al., 2011).

Os prejuízos econômicos causados por pragas em plantios de eucalipto foram estimados em R\$ 1,1 bilhão entre 2010 a 2015, porém para algumas pragas exóticas, os danos ainda não foram completamente determinados (WILCKEN et al., 2011a). Essas espécies de pragas tem potencial para inviabilizar a continuidade dos plantios de *Eucalyptus camaldulensis* e de híbridos com essa espécie no Brasil, sendo esse o principal material genético utilizado nos programas de melhoramento (WILCKEN et al., 2011a).

Para o controle de pragas exóticas, têm sido realizadas importações de inimigos naturais dos países de origem, principalmente da Austrália. Contudo, a utilização destes insetos no manejo de pragas requer estudos exploratórios sobre a entomofauna prevalente nas áreas florestais, para fundamentar a escolha dos agentes controladores (FERREIRA, 2014). Segundo Vilela e Zucchi (2015) e Wilken et al., (2011a), existem muitos inimigos naturais com potencial para controle biológico destas pragas exóticas e entre eles estão os predadores *Cycloneda sanguínea*, *Eriopsis conexa*, *Harmonia axyridis*, *Hyppodamia convergens*, todos coleópteros da família Coccinellidae, além de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) e *Ocyptamus* sp. (Diptera: Syrphidae), além dos parasitoides *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae), *Selitrichodes neseri* (Hymenoptera: Eulophidae) e *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae).

2.2.1. Vespa-da-galha (*Leptocybe invasa*)

A vespa-da-galha *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) é uma praga exótica, originária da Austrália e detectada no Brasil em 2008. Atualmente distribuída em todo território nacional, com registro em mais de 30 países de praticamente todos os continentes (WILCKEN; BERTI-FILHO, 2008).

Os danos são causados em pecíolos, nervuras e caules jovens, devido a oviposição dos adultos, que após a emergência e desenvolvimento das larvas, formam-se galhas (FERNANDES et al., 2014; MENDEL et al., 2004; WILCKEN; BERTI-FILHO, 2008). As galhas são formadas por hiperplasia celular nos tecidos das plantas, que podem causar o bloqueio do fluxo normal de seiva, levando à superbrotamento e secamento do ponteiro. Esses danos podem parar o crescimento comprometendo a produtividade. Danos severos levam a queda de folhas, perda de crescimento e vigor, crescimento atrofiado, superbrotamento dos ponteiros e, eventualmente, a morte da árvore. A praga pode formar até 50 galhas em uma única folha (MENDEL et al., 2004).

O adulto é uma vespa que mede 1,2mm de comprimento, com coloração marrom escuro brilhante. Sua reprodução é por partenogênese telítica, com alto potencial biótico. O período médio de desenvolvimento, desde oviposição até emergência dos adultos, varia de acordo com o país ou região e com a planta hospedeira. Para *E. camaldulensis* mantidas em casa-de-vegetação, a duração do ciclo total foi de 132,6 dias em Israel, e de apenas 46 dias na Tailândia (MENDEL et al., 2004; WILCKEN et al., 2011a).

Até o momento não há métodos de controle eficaz para a praga. Além dos inseticidas sistêmicos, é possível realizar o controle de *L. invasa* através do controle biológico, com a importação de parasitoides dos gêneros *Megastigmus*, *Selitrichodes* e *Quadrastichus*, que são ectoparasitoides das larvas de *L. invasa*. Os inseticidas do grupo dos neonicotinoides são os mais eficientes, principalmente se aplicados preventivamente no viveiro florestal. O controle cultural, com a remoção e destruição das mudas atacadas, pode auxiliar na redução das infestações em campo. A médio e longo prazo, a seleção de clones resistente é outra possibilidade. Porém, a praga ataca as principais espécies de eucalipto, como *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. grandis*, *E. globulus* e alguns clones híbridos.

2.2.2. Percevejo-bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*)

Outra espécie exótica, que têm provocado sérios problemas as plantações de eucalipto no Brasil é o *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae), conhecido como “percevejo-bronzeado”, foi detectado em 2008 no Brasil (WILCKEN et al., 2010). O gênero *Thaumastocoris* é

de origem australiana, sendo *T. peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoris) a única espécie detectada fora da Austrália e considerada como praga-chave em plantações de eucalipto.

O percevejo bronzeado tem aproximadamente 3 mm. de comprimento, corpo achatado e reprodução sexuada. Os ovos são depositados em folhas abertas separadamente, podendo cada fêmea colocar em média até 60 ovos. Os ovos são pretos e colocados agrupados na folha. O ciclo biológico de *T. peregrinus* é de 30,75 e 49,58 dias, porém pode variar de acordo com as espécies e clones de eucalipto, a duração do período embrionário de aproximadamente 6 dias, a fase ninfal com 5 instares, tem duração variável de 15,3 a 16,6 dias, à temperatura entre 26°C. A longevidade dos adultos varia de 14,3 a 42,7 dias. Cada fêmea põe de 23 a 75 ovos (SMANIOTTO et al., 2010; SOLIMAN et al., 2012).

Os danos causados por ninfas e adultos são clorose, podendo evoluir para bronzeamento ou prateamento das folhas, seguindo por secamento e desfolha. É possível observar o aspecto ressecado nas folhas, devido ao hábito alimentar do percevejo, que suga folhas e ramos finos (SAVARIS et al., 2011; WILCKEN; BERTI-FILHO, 2008). Segundo Wilcken et al. (2010), há variação dos sintomas dependendo do material genético de eucalipto.

2.2.3. Psílideo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*)

O psílideo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae), espécie exótica também oriunda da Austrália, foi detectada no Brasil em 2003 na cidade de Mogi-Guaçu – SP (WILCKEN et al., 2003). Rapidamente a praga se disseminou para outros estados (MG, MS e PR), atualmente presente em todo território nacional.

A detecção e reconhecimento desse inseto no campo é facilitada, devido a formação de conchas e a secreção de substâncias açucaradas nas folhas das plantas, (SILVA; CARVALHO, 2013; WILCKEN et al., 2003). Esse inseto tem hábito sugador, causando descoloração das folhas, redução da área fotossintética e, conseqüentemente, redução no crescimento, além do secamento dos ponteiros, podendo levar as árvores à morte. Além disso, há a ocorrência de fumagina nas árvores atacadas. Há registro de mortalidade de árvores entre 40% a 95% em

plantações de *E. camaldulensis* em São Paulo e Minas Gerais (SILVA; CARVALHO, 2013).

Os psílídeos são insetos diminutos (comprimento entre 1 a 2 mm), tem grande preferência por brotações e folhas novas. Possui 5 instares ninfais, com reprodução sexuada (presença de machos e fêmeas), sendo os ovos depositados nas folhas abertas, de coloração alaranjada. Os adultos de coloração cinza-alaranjada a amarelo-esverdeada e 2 pares de asas. As ninfas nos primeiros instares são amareladas e as ninfas de último instar apresentam o abdome e os primórdios das asas de coloração escura (WILCKEN et al., 2003).

No Brasil, o monitoramento do *G. brimblecombei* tem sido feito com armadilhas adesivas amarelas, desde fevereiro de 2004. As armadilhas medem 12,5 cm por 10 cm e são distribuídas colocando-se uma unidade para 200 a 500 ha de florestas de eucalipto, preferindo-se as espécies: *E. urophylla*, híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis* (clones "Urograndis"), *E. camaldulensis* e *E. grandis*, com idade entre 1 a 4 anos. Em regiões livres da praga, o monitoramento de detecção é realizado com a instalação dos cartões em pontos de risco: plantios em margens de rodovias, viveiro, aeroportos, pátios de madeira, etc. Tanto o psílídeo-de concha quanto seu parasitoide são atraídos pelo cartão adesivo amarelo, o que facilita o monitoramento (WILCKEN et al., 2011b)

O ataque do psílídeo-de-concha não é homogêneo entre espécies de eucalipto, sendo mais intenso em *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* (BRENNAN et al., 2001; PAINE et al., 2000). Em sua região de origem, o principal hospedeiro de *G. brimblecombei* é *E. camaldulensis*, uma das espécies de eucalipto com maior distribuição na Austrália, abrangendo as regiões temperadas, bem como áreas secas, ocorrendo principalmente ao longo do curso de rios (MOORE, 1975; QUEIROZ et al., 2013). Assim como o *E. camaldulensis*, os insetos gênero *Glycaspis* também possuem ampla distribuição geográfica na sua região de origem, mas segundo Moore (1975), as espécies de *Glycaspis* na Austrália são diferentemente influenciadas pela temperatura, precipitação, presença do hospedeiro e até mesmo pelo tipo de solo. Além de *E. camaldulensis*, *G. brimblecombei* desenvolve-se em outras espécies de *Eucalyptus*, tais como: *E. tereticornis*, *E. blakelyi*, *E. brassiana*, *E. bridgesiana*, *E. camphora*, *E. dealbata*, *E. diversicolor*, *E. globulus*, *E. mannifera*, *E. mannifera maculosa*, *E. nitens* e *E. sideroxylon* (BRENNAN et al., 2001; HOLLIS, 2004).

O principal método de controle é o biológico, com o uso do parasitoide introduzido *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae). Entretanto, esse inimigo natural, tem mostrado sucesso parcial no controle da praga no período de seca. Para o controle ser efetivo, são necessárias liberações mensais do parasitoide nas áreas infestadas por *G. brimblecombei*. Estudos com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* têm demonstrado sua eficiência em condições de laboratório e campo e além disso, uma espécie de inseto, o predador nativo *Atopozelus opsimus* (Hemiptera: Reduviidae), também tem potencial para tanto. Outros métodos alternativos de controle são os químicos, com o uso de inseticidas sistêmicos do grupo dos neonicotinoides, e o uso de plantas resistentes a pragas (PEREIRA; CALDEIRA; SOARES, 2016; VILELA; ZUCCHI, 2015).

2.3. Manejo integrado de pragas

Com a expansão da eucaliptocultura no Brasil, é fundamental que técnicas de controle sejam incorporadas em uso conjunto, visando um melhor manejo de insetos pragas. A estratégia mais adequada para o controle de pragas no setor agroflorestal é o Manejo Integrado de Pragas (MIP). Segundo Kogan (1998), o MIP consiste em um sistema de apoio de decisões isoladas ou associadas, para a adoção de táticas de controle de pragas, fundamentada em análises de custo/benefício que consideram os impactos sobre os produtores, sociedade e ambiente, em outras palavras o MIP é um sistema que harmoniza os aspectos ambientais associados à dinâmica populacional de espécies de pragas, que utiliza todas as técnicas e métodos disponíveis de maneira compatível e mantém os níveis populacionais das pragas abaixo daquelas que causam danos econômicos.

A estratégia intensiva de plantio baseada em florestas clonais, transforma o ecossistema em simplificado, reduzindo as populações de inimigos naturais, deixando a cultura susceptível ao ataque de pragas. Isso pode ser agravado pela utilização contínua e generalizada de defensivos agrícolas, em particular inseticidas de amplo espectro. Os impactos negativos sobre a eficácia de inimigos naturais em agroecossistemas, são de grande importância no controle biológico e na necessidade de redução do volume de defensivos agrícolas utilizado (STEFANELLO JÚNIOR et al., 2012). O controle biológico aplicado utilizando parasitoides tem crescido nas últimas décadas e sua atuação vem sendo cada vez mais promissora.

Recentemente com a introdução de pragas exóticas no Brasil, tem se intensificado as pesquisas em diversas instituições a fim de encontrar novos parasitoides para o controle destas pragas (WILCKEN et al., 2003).

A realização de estudos periódicos da entomofauna, tanto de pragas quanto de inimigos naturais, em plantios de eucalipto, é extremamente importante para a manutenção da sanidade dessas áreas, pois através da avaliação das populações de pragas e seus inimigos naturais, é possível adotar medidas adequadas de manejo (ZANUNCIO et al., 1993), que sejam adequadas tanto sob a ótica da conservação da biodiversidade, bem como da produção. Os monitoramentos e censos populacionais permitem conhecer a diversidade faunística local, possíveis invasões biológicas, a abundância e os períodos críticos de incidência dos insetos sobre as diferentes culturas (MENEZES et al., 1986). Também são fundamentais, porque é através do conhecimento do histórico da área, da cultura e também das previsões da ocorrência e estabelecimento de pragas em função dos fatores ecológicos, que as decisões de controle podem ser tomadas de forma acertada. Ou seja, as intervenções em agroecossistemas são passos posteriores à compreensão da biologia do sistema e dos padrões ecológicos exibidos nas comunidades de insetos locais (ZANETTI, 2010).

As populações de insetos podem aumentar ou diminuir em função de fatores ambientais, portanto, o conhecimento de quais as variáveis meteorológicas que atuam sobre a entomofauna local é imprescindível (LARANJEIRO, 2003; SILVEIRA NETO, 1976). Os levantamentos populacionais além de amostrar a densidade populacional das espécies de insetos em determinado local, permitem caracterizar sua comunidade. No entanto, ao se analisarem estudos populacionais, é importante conhecer as tendências, os ciclos e o tipo de cultura onde essas espécies-praga se estabelecem (MORALES et al., 2000).

2.4. Heterogeneidade vegetal

A avaliação dos agroecossistemas envolve conhecimentos acerca das influências da diversidade e da estabilidade na sucessão de comunidades e sobre o processo de colonização e sucessão ecológica (KOGAN, 1998). Além disso, a análise criteriosa destes sistemas carece de estudos sobre a dimensão dos nichos para herbívoros, predadores e parasitos, a quantificação da migração e dispersão,

bem como a dinâmica das suas relações tróficas (BOARETTI; BRANDÃO, 2010). De posse de dados de levantamentos populacionais, sobretudo aqueles realizados em diferentes áreas, é possível analisar a composição faunística para cenários diferentes, levantar hipóteses sobre a exploração de recursos pelas populações com base nas análises de ocupação de fragmentos, comparar formas de exploração de recursos através de análise e sobreposição de guildas e a similaridade de áreas com base na presença e ausência dos insetos (MAGURRAN, 2004). Com o cenário hoje predominante no mundo, é possível pressupor que o movimento de insetos é muito mais intenso do que em épocas passadas, caracterizando hoje biomas influenciados por seguidos processos de invasão biológica (LEWIS; PETROVSKII; POTTS, 2016; LIEBHOLD; TOBIN, 2008).

O comportamento em nível populacional e de comunidade para insetos florestais depende essencialmente das condições locais de sobrevivência para geração de prole e consolidação dos processos invasivos. Associado às pressões endógenas e exógenas, estão os fatores gerados pela ação antrópica, que são capazes de alterar por completo as relações tróficas (FERREIRA, 2014). A realização de estudos periódicos da entomofauna, tanto de pragas quanto de inimigos naturais, em plantios de eucalipto, é extremamente importante para a manutenção da sanidade dessas áreas, pois através da avaliação das populações de pragas e seus inimigos naturais (ZANUNCIO et al., 1993).

Os monitoramentos e censos populacionais permitem conhecer a diversidade faunística local, possíveis invasões biológicas, a abundância e os períodos críticos de incidência dos insetos sobre as diferentes culturas (MENEZES et al., 1986). Também são fundamentais, porque é através do conhecimento do histórico da área e da cultura, e também das previsões da ocorrência e estabelecimento de pragas em função dos fatores ecológicos, que as decisões de controle podem ser tomadas de forma acertada. Ou seja, as intervenções em agroecossistemas são passos posteriores à compreensão da biologia do sistema e dos padrões ecológicos exibidos nas comunidades de insetos locais (ZANETTI, 2010).

O estudo quantitativo dos efeitos resultantes da distribuição espaço-temporal de espécies em seus habitats, tem se tornado foco de interesse de diversos autores (CASWELL, 2003; DIECKMANN; LAW; METZ, 2013; KEELING, 1999; LI, 2002; SANCHEZ-AZOFEIFA et al., 2013). A modelagem ecológica, considerando a

dimensão espaço-temporal, é a descrição de um sistema que considera a posição e distribuição dos diversos componentes populacionais, quantificados ao longo do tempo (KEELING, 1999). Assim, ao invés de uma análise que considera apenas as densidades populacionais em função do tempo, a estrutura espacial também é levada em conta. O conceito de estrutura espacial em modelos populacionais é relativamente recente, já que somente após o acesso a uma tecnologia computacional adequada, foi possível quantificar sistematicamente os efeitos gerados pela dimensão espacial sobre as populações (GURNEY; GURNEY, 1998; LEVIN et al., 1997; RAMIREZ; THOMANN; WAYMIRE, 2013).

Queiroz et al. (2013) comparou uma série de modelos ecológicos para estimar potencial de propagação de *G. brimblecombei* no mundo e principalmente no Brasil, afirmando que o modelo de “Environmental Distance”, foi o melhor modelo de predição para distribuição de psilídeo-de-concha. Porém há diversos outros modelos de nicho ecológico que podem estimar a distribuição potencial de uma espécie com base em sua resposta a certas variáveis ambientais (PETERSON; VIEGLAIS, 2001; POUTSMA et al., 2008; SÁNCHEZ-FLORES, 2007). Todavia, tais modelos são baseados em gradientes ecológicos da distribuição de organismos e na quantificação das relações entre as espécies e o ambiente. Segundo Queiroz et al. (2013), a modelagem é uma ferramenta útil que deve ser incorporada em estratégias futuras para o manejo de pragas em plantações de eucalipto, principalmente para o desenvolvimento de um programa mais eficaz, usando variáveis ambientais derivadas de sua distribuição natural, possibilitando estimar a distribuição potencial de espécies introduzidas no ambiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As armadilhas foram instaladas na Estação Experimental de Ciências Florestais da ESALQ/USP, situada no município de Anhembi-SP. A estação é uma extensão do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, adquirida pela Universidade de São Paulo no início da década de 1970 para fins de pesquisa florestal. O horto florestal de Anhembi possui 492,40 ha, divididos em duas glebas com praticamente todo o seu entorno acompanhado por uma represa, assim isolando as áreas de variáveis que não são de interesse para o estudo. Além disso o horto possui estações climáticas bem determinadas ao longo do ano, fator fundamental para estudos da influência da temperatura e pluviosidade nas flutuações das espécies avaliadas.

Atualmente, a Estação é caracterizada por cobertura com espécies exóticas, áreas de regeneração natural, plantios de espécies nativas e remanescentes florestais caracterizados diferentes espécies arbóreas, com predomínio para o gênero *Eucalyptus* e inserções de espécies do gênero *Pinus* e essências nativas (Figura 1). Dentre as espécies arbóreas há diversas plantas do gênero *Eucalyptus*, *Pinus* e *Acácia* e nativas tais como, *Acrocarpus faxinifolius* (Cedro rosa), *Myroxylon peruiferum* (Cabreúva), *Zeyheria tuberculosa* (Ipê felpudo), *Tabebuia pentaphylla* (Ipê rosa), *Esenbeckia leocarpa* (Guarantã), *Cariniana* sp. (Jequitibá vermelho), dentre outras. Além da diversidade de plantas nas áreas da Estação, o manejo sustentável e menor intervenção por práticas agrícolas causa uma menor perturbação ao ambiente, assim preservando uma maior diversidade de espécies de insetos.

Figura 1. Imagem por satélite da Fazenda Experimental de Anhembi, SP (GOOGLE, 2018).

Para o estudo da dinâmica populacional das espécies florestais a técnica de monitoramento empregada consistiu da instalação de armadilhas amarelas adesivas em cada um dos pontos pré-determinados na Estação Experimental de Anhembi (Figura 2), posicionadas a 1,50m do solo (Figura 3) através de barbante estendido e amarrado sobre duas árvores.

Figura 3. Imagens de armadilhas adesivas amarelas instaladas na Estação Experimental de Anhembi, SP.

Nos 26 pontos selecionados de acordo com os diferentes plantios florestais descritos na tabela 1, foram instaladas 5 armadilhas espaçadas entre elas, em aproximadamente 15 metros.

Tabela 1. Espécies de plantas e área de plantio por ponto amostral, onde foram instaladas armadilhas adesivas amarelas na Estação Experimental de Anhembi, SP.

Ponto	Materiais Genéticos	Plantio	Área
1	<i>Gmelina arbórea</i>	Mar/79	1,7
2	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Jun/00	2,8
3	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Jun/00	4,1
4	<i>Eucalyptus grandis</i> + <i>Eucalyptus urophylla</i>	Out/01	13,0
5	<i>Eucalyptus clonal</i> + <i>Brachiária sp.</i>	Jun/11	10,0
6	<i>Eucalyptus dunnii</i>	Out/02	2,8
7	<i>Pinus tecunumanii</i>	Dez/03	3,5
8	<i>Eucalyptus grandis</i>	Set/01	3,6
9	<i>Eucalyptus torelliana</i>	Abr/88	0,8
10	<i>Eucalyptus urophylla</i> + <i>Esenbeckia leocarpa</i>	Mar/89	0,6
11	<i>Eucalyptus clonal</i>	Jul/09	1,0
12	Essências nativas	Mar/04	5,0
13	<i>Tectona grandis</i>	Nov/03	2,3
14	<i>Eucalyptus grandis</i>	Abr/05	0,7
15	<i>Cecropia sp.</i> + <i>Esenbeckia leocarpa</i>	Mai/86	0,7
16	<i>Eucalyptus grandis</i>	Abr/82	1,0
17	<i>Toona ciliata</i> + <i>Acácia spp.</i>	Set/16	2,0
18	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Dez/88	0,4
19	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	Nov/95	1,1
20	<i>Zeyhera tuberculosa</i>	Jan/88	1,2
21	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Abr/91	2,5
22	<i>Eucalyptus pilularis</i>	Mar/82	1,5
23	<i>Eucalyptus pellita</i>	Jun/85	3,0
24	<i>Eucalyptus paniculata</i>	Mar/89	1,1
25	<i>Eucalyptus maculata</i>	Set/15	1,1
26	<i>Eucalyptus torelliana</i>	Ago/79	0,3

As coletas foram realizadas durante 12 meses, com início em dezembro de 2016 e término em novembro de 2017 (Tabela 2), com periodicidade mensal, sendo que as armadilhas permaneceram instaladas durante aproximadamente 15 dias de cada mês.

Tabela 2. Datas de instalação e retirada de armadilhas na Estação Experimental de Anhembi, SP.

ARMADILHAS ANHEMBI		
	Instalação	Retirada
1	19/dez	10/jan
2	26/jan	09/fev
3	16/fev	02/mar
4	16/mar	30/mar
5	13/abr	27/abr
6	11/mai	26/mai
7	08/jun	22/jun
8	06/jul	20/jul
9	03/ago	17/ago
10	31/ago	14/set
11	28/set	12/out
12	26/out	09/nov

Após retiradas as armadilhas foram inseridas em saco plástico transparente (Figura 4) para melhor proteção durante o transporte, garantindo a preservação dos insetos e viabilizando a quantificação dos espécimes.

Figura 4. Armadilhas adesivas amarelas retiradas da fazenda Experimental de Anhembi, SP, após envolvidas por saco plástico transparente.

Os insetos capturados foram levados ao laboratório de Ecologia e Entomologia Florestal do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP para triagem (Figura 5), montagem e acondicionamento em frascos contendo álcool 70% para posterior identificação. As espécies foram identificadas com o auxílio da coleção entomológica do Departamento de Entomologia e Acarologia e com o auxílio de especialistas do Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. Foram quantificadas as pragas exóticas *Glycaspis brimblecombei* (Psilídeo-de-concha), *Thaumastocoris peregrinus* (Percevejo-bronzeado), *Leptocybe invasa* (Vespa-da-galha), predadores (coccinelídeos e crisopídeos) e os parasitoides *Selitrichodes neseri*, *Psyllaephagus bliteus* e *Cleruchoides noackae*.

Figura 5. Armadilhas adesivas amarelas avaliadas (pontos vermelhos indicam insetos quantificados).

Analisou-se o total de insetos de cada grupo (variável resposta), afetados por fatores abióticos como temperatura, mês, pluviosidade, tipo do eucalipto e tamanho do talhão (variáveis explicativas), utilizando modelos lineares generalizados

com distribuição binomial negativa. Variáveis não significantes ($P > 0.15$) foram removidas dos modelos. A seleção de modelos baseou-se no critério de informação de Akaike. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R® (R Development Core Team, 2015). Dados meteorológicos (temperatura e pluviosidade) foram obtidos da estação climática da Estação Experimental em Anhembi (Figura 6).

Figura 6. Histórico de temperatura e pluviosidades da Estação Experimental de Anhembi, SP, durante a coleta de dados.

3.1. Análise espacial

De forma a produzir uma visualização espacial da amostragem da principal praga do eucalipto coletada na área de estudo, o psilídeo-de-concha, um mapa vetorial foi construído usando a interface ArcMap do software ArcGis 10.3 (ESRI 2014), representando pontos de amostragem por um shapefile combinado com uma

tabela de atributos, com o número de insetos em cada ponto. O procedimento foi realizado para as amostragens nos meses em que foram verificados surtos de *G. brimblecombei* (Dezembro/2016, abril/2017 e novembro/2017).

A técnica de Inverse Distance Weighted (IDW) foi utilizada com o número de insetos encontrados em cada ponto de coleta. Métodos de interpolação foram usados para estimar o valor de cada ponto não amostrado a partir dos valores nos pontos amostrados, e um mapa de distribuição de abundância foi construído para as espécies (BECKLER; FRENCH; CHANDLER, 2004; LU; Ã, 2008; VENUGOPAL; DIVELY; LAMP, 2015; WEBSTER; OLIVER, 2007). Esta técnica tem sido usada em estudos entomológicos para caracterizar distribuições populacionais em diferentes ambientes (BECKLER; FRENCH; CHANDLER, 2004; RHODES; LIBURD; GRUNWALD, 2011; VENUGOPAL; DIVELY; LAMP, 2015). Mais recentemente, Garcia et al. (2018) investigaram a distribuição espacial de *S. frugiperda* no estado da Flórida usando o IDW. IDW é um método determinístico que estima os pontos não amostrados pela formula:

$$\hat{k}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_{ij}^p} k_{ij}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_{ij}^p}} \quad (1)$$

Onde $\hat{k}$ é o valor a ser estimado no ponto j , k é o valor no ponto amostrado i , d é a distância do ponto desconhecido j ao ponto amostrado i , p é o expoente e n é o número total de pontos amostrados usados para estimar j .

De acordo com a equação (1), quanto mais próximo estiver o ponto i ao ponto j , maior será o efeito de i em j . Além disso, o expoente p controla a significância dos pontos da amostra nos valores interpolados, o que significa que quanto maior o valor de p , maior o efeito de pontos mais próximos na estimativa (MCCOY E JOHNSTON, 2002). Geralmente, o valor do expoente adotado em estudos entomológicos é igual a 2 porque produz contornos mais suaves (FRENCH et al., 2004; WEBSTER; OLIVER, 2007). No presente estudo, um raio de busca abrangendo 12 pontos de amostragem foi definido para realizar a interpolação (BECKLER; FRENCH; CHANDLER, 2004; VENUGOPAL; DIVELY; LAMP, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os insetos observados com as maiores abundâncias durante o período do estudo foram o psílideo-de-concha com 5904 indivíduos coletados, os coccinelídeos com 1068 indivíduos coletados e o parasitoide *P. bliteus* com 271 indivíduos coletados. Outros insetos encontrados nos plantios de eucalipto foram a vespa-da-galha com 45 indivíduos coletados e o percevejo-bronzeado com 10 indivíduos. Foram coletados também 44 indivíduos de espécies da família Chrysopidae (Tabela 3).

Tabela 3. Total de insetos coletados por ponto amostral na Estação Experimental de Anhembi, SP.

Ponto	<i>L. invasa</i>	<i>G. brimblecombei</i>	<i>T. peregrinus</i>	<i>P. bliteus</i>	Crisopídeos	Coccinelídeos
1	0	0	0	1	1	51
2	0	120	0	7	2	30
3	1	408	0	13	2	35
4	0	6	0	0	0	48
5	2	2057	0	88	3	115
6	4	214	3	3	3	33
7	0	142	0	13	4	67
8	0	8	1	5	1	59
9	1	21	0	1	0	41
10	0	145	3	4	2	26
11	10	127	0	18	1	51
12	1	29	0	6	1	22
13	0	5	0	1	0	25
14	0	193	0	10	1	16
15	1	37	0	3	1	34
16	1	1746	1	15	3	85
17	0	59	0	6	1	13
18	0	29	0	4	6	54
19	16	32	0	19	4	44
20	0	1	0	1	1	1
21	4	84	0	1	3	40
22	0	33	0	4	1	37
23	0	313	0	41	1	77
24	0	11	0	2	0	6
25	2	84	2	3	2	17
26	2	0	0	2	0	41
TOTAL	45	5904	10	271	44	1068

Analisando a flutuação populacional das espécies separadamente, observou-se tendência de maiores abundâncias entre os meses de outubro a janeiro e entre os meses de março a junho (Figura 7). Picos populacionais foram observados para o psílídeo-de-concha em dezembro de 2016, abril de 2017, outubro e novembro de 2017. O parasitoide *P. bliteus* exibiu picos populacionais em abril e novembro de 2017. Os coccinélídeos apresentaram maiores picos populacionais nos meses de dezembro de 2016, abril, agosto e outubro de 2017. Foram registrados picos populacionais de crisopídeos nos meses de janeiro, outubro e novembro de 2017. O percevejo-bronzeado teve poucos indivíduos coletados, com aumento populacional registrado nos meses de dezembro de 2016 e maio de 2017. A vespa-da-galha apresentou picos populacionais nos meses de janeiro e de novembro de 2017.

Figura 7. Flutuação populacional dos insetos avaliados na Estação Experimental de Anhembi, SP.

Dentre os sítios com maior abundância de insetos coletados (Tabela 3) o ponto 5, com plantio de Eucalipto clonal e *Brachiaria* sp., exibiu 3 picos populacionais de *G. brimblecombei*, sendo dezembro de 2016 com 178 indivíduos, abril e novembro de 2017 com 100 e 905 indivíduos coletados respectivamente. Comparando o primeiro pico populacional com o último, houve um aumento de cerca de cinco vezes no número de indivíduos coletados. Esse resultado não foi observado no ponto 16 (segundo sítio com maior número de indivíduos coletados) com plantio de *Eucalyptus grandis*. Apesar de se observar 3 picos populacionais bem definidos neste ponto, notou-se queda nos tamanhos populacionais do ponto 16, sendo dezembro de 2016 com 690 indivíduos coletados, abril e novembro de 2017 com 223 e 543, respectivamente. O terceiro sítio com maior número de indivíduos coletados foi o ponto 3 com plantio de *Eucalyptus urophylla*, que diferentemente dos sítios 5 e 16, apenas foi observado um único pico no mês de outubro de 2017, com 343 indivíduos.

Comparando os picos populacionais do parasitoide *P. bliteus* com o psílideo-de-concha, observa-se que o padrão de flutuação populacional tem alguma similaridade. Isso também foi observado quando comparadas as flutuações populacionais dos coccinelídeos e crisopídeos com a do psílideo-de-concha, contudo, com ligeiro retardo em relação a curva do hospedeiro na interação crisopídeos/psílideo-de-concha (Figura 8, 9 e 10). Esses resultados poderiam sugerir a ocorrência de alguma interação ecológica entre as espécies, como já foi verificado por Silva et al. (2013). Contudo, estudos adicionais com delineamento específico seriam necessários para comprovar a existência de interação, como por exemplo a liberação consecutiva do agente de controle biológico seguida de acompanhamento periódico como feito em Wilcken et al. (2005). Estudos em condições laboratoriais e/ou casa de vegetação também poderiam ser úteis para melhor compreender possíveis relações entre as espécies, caso evidenciassem interações tróficas. Esse tipo de verificação é fundamental antes de qualquer interpretação de resultados, visto que o resultado verificado com as espécies pode ser apenas fruto da influência de fatores abióticos comuns as diferentes espécies, com respostas similares do ponto de vista quantitativo aos estímulos externos ambientais.

Figura 8. Flutuação populacional de psíldeo-de-concha e o parasitoide *P. bliteus* na Estação Experimental de Anhembi, SP.

Figura 9. Flutuação populacional de psíldeo-de-concha e crisopídeos na Estação Experimental de Anhembi, SP.

Figura 10. Flutuação populacional de psilídeo-de-concha e coccinelídeos na Estação Experimental de Anhembi, SP.

As populações das espécies avaliadas exibiram variação no tamanho populacional durante o ano todo, com períodos de elevada abundância (Fig. 7). Segundo Anu, Sabu e Vineesh (2009), esse comportamento é observado principalmente em insetos tropicais, devido a sua dependência da disponibilidade de recursos, que é também diretamente associada às variações meteorológicas. Contudo, em predadores, principalmente aqueles com hábito alimentar generalista, há maior estabilidade nos tamanhos populacionais, por vezes em abundâncias altas (AUAD; CARVALHO, 2011). Segundo Auad e Carvalho (2011), que avaliaram diversidade de coleópteros em sistema silvipastoril, os coccinelídeos tendem a se manter abundantes mesmo em períodos frios e secos e apesar de picos populacionais nos meses de maior pluviosidade, a população de insetos se mantém relativamente estável durante todo o ano.

Outros estudos mostram que populações de coleópteros tendem a aumentar no final do período seco e começo de chuvas, entre os meses de setembro e

outubro (PINTO et al., 1998; SILVA et al., 2002). Os resultados aqui encontrados também indicam altas populações de coccinelídeos nos meses de março e maio apesar do pico verificado em dezembro. Vários outros estudos avaliaram flutuação populacional de coccinelídeos em pomares de citros (CAMPOS et al., 2005; RODRIGUES; CASSINO; FILHO, 2008; SILVA et al., 2002). Rodrigues, Cassino e Filho (2008), mencionam que as mudanças nas condições climáticas e surtos de presas influenciam diretamente as populações de coccinelídeos, sendo a abundância de presas o fator mais influente se comparado as condições climáticas.

Favaro (2006) comparou a flutuação populacional de predadores de *G. brimblecombei* em plantas de eucalipto e dentre os insetos avaliados os coccinelídeos não apresentaram correlação com as ninfas do psílideo-de-concha. Apesar do grande número de inimigos naturais coletados na área, a abundância deles não foi suficiente para controlar os picos populacionais (Favaro, 2006). Silva et al. (2013) também relatou a baixa correlação entre coccinelídeos e psílideo-de-concha, indicando ausência de sincronismo entre as populações da praga e dos seus predadores.

Segundo Nagamine e Heu (2001), o insucesso de coccinelídeos no controle de ninfas de *G. brimblecombei* pode estar ligado ao hábito das ninfas serem cobertas com pequenas conchas cerosas, geralmente associadas à fumagina e formadas pela secreção adocicada “honeydew”, conferindo proteção contra dessecação, predação e parasitismo. Segundo Silva et al. (2013), os crisopídeos tem potencial para controle de *G. brimblecombei*, mas ainda há dúvidas sobre a capacidade adaptativa para perfurar as conchas produzidas pelas ninfas do psílideo-de-concha. Porém, para os adultos de crisopídeos que necessitam complementar sua dieta para reprodução, a suplementação se dá com o “honeydew” (ALBUQUERQUE, 2009), cujo consumo pode ser facilitado pela presença de sugadores como os psílideos para manutenção das populações de crisopídeos.

Mignon et al. (2003) avaliaram o efeito de diferentes composições de bordaduras vegetacionais nas populações de crisopídeos e mencionam que a diversidade e abundância de predadores nos agroecossistemas não dependem apenas da disponibilidade de presas, mas também da composição florística próxima à cultura. Avaliando o uso do componente florestal em sistemas integrados para permanência de crisopídeos em agroecossistemas, Campelo e Corassa (2015) observaram que nas áreas com monocultivo de eucalipto, os picos populacionais

para o predador foi maior entre os meses de abril até setembro, período em que houve menor precipitação. Esse resultado difere do observado no presente estudo, que apesar da grande diversidade de plantas em áreas de coleta, exibiu picos populacionais de crisopídeos nos meses de outubro e novembro.

Resultados dessa natureza não foram observados por Silva et al. (2013). O estudo realizado por Silva et al. (2013) indica que os predadores tiveram picos populacionais quando a população da praga apresentava menor abundância. Vale lembrar que crisopídeos apenas são predadores na fase imatura, o que provavelmente explica o retardo nos picos populacionais de adultos com relação à praga. No presente trabalho foi possível verificar aumento da abundância de predadores concomitantemente aos picos populacionais da praga, todavia a flutuação populacional da praga não pode ser atribuída exclusivamente a ação predatória de crisopídeos.

Outro inimigo natural com potencial para controle de psilídeo-de-concha nos plantios de eucalipto é o parasitoide *P. bliteus*. Dezane, Sá e Almeida (2007) e Silva et al. (2013), verificaram sincronia na flutuação populacional de *G. brimblecombei* e *P. bliteus*, sugerindo que o parasitoide pode ter eficácia no controle da praga. No presente estudo a sincronia também foi observada, ainda que os picos populacionais de *G. brimblecombei* e *P. bliteus*, estivessem completamente em fase, ou seja, totalmente similares na trajetória.

Ao analisar os efeitos das variáveis mês, temperatura, tamanho da área, tipo de plantio e pluviosidade em cada uma das espécies de insetos coletadas pode se observar que o mês foi a única variável que influenciou significativamente na ocorrência de todos os insetos avaliados, evidenciando a ocorrência sazonal desses insetos (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados das análises examinando o efeito da temperatura, pluviosidade, mês, tipo de plantio e área do talhão em cada um dos principais grupos amostrados na área de estudo.

	<i>G. brimblecombei</i>	<i>P. bliteus</i>	Crisopídeos	Coccinelídeos
Temperatura	P < 0,01	*	*	P < 0,01
Pluviosidade	*	*	*	*
Mês	P < 0,01	P < 0,01	P = 0,12	P < 0,01
Tipo do plantio	P < 0,01	P < 0,05	*	P < 0,01
Área	P < 0,01	P < 0,01	*	P < 0,01

*Variáveis não significativas (P > 0,15)

Para coccinelídeos, *P. bliteus* e psílideo-de-concha houve influência significativa do tipo de plantio e tamanho da área. Os coccinelídeos e o psílideo-de-concha também foram influenciados significativamente pela temperatura. Contudo, a suposta influência do tamanho da área sobre a abundância dos insetos, carece de mais estudos, com pontos amostrais distantes e com menor probabilidade de interferência entre si, afim de confirmar a influência da área sobre a dinâmica das espécies de insetos.

Ferreira Filho et al. (2008) verificaram que as populações do psílideo-de-concha e do parasitoide possuem correlação inversamente proporcional em relação à temperatura. Também constataram que quanto maior a umidade relativa, menor a abundância de indivíduos coletados, todavia, ainda assim não houve correlação com a precipitação. Segundo Silva et al. (2013) os períodos de seca e temperaturas máximas são fatores favoráveis ao aumento da população de *G. brimblecombei*, sendo que o inverso ocorre para a umidade relativa do ar. Para Firmino-Winckler et al. (2009) a temperatura de 26°C foi mais adequada para o desenvolvimento e a reprodução de *G. brimblecombei* em condições de laboratório.

Diferentes espécies de eucaliptos podem induzir diferentes respostas em termos de abundância em *G. brimblecombei*. Segundo Paine et al. (2000) e Wilcken et al. (2003), o ataque do psílideo é mais intenso em *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*. O mesmo resultado foi relatado por Brennan et al. (2001), sendo que a melhor performance de *G. brimblecombei* foi observada em clones de *E. camaldulensis*. Silva et al. (2010) mencionam que adultos de psílideo-de-concha colonizam igualmente talhões de diferentes espécies de eucalipto. Porém as ninfas parecem apresentar maior sucesso de estabelecimento nas diferentes espécies de

plantas. A ausência de conexão entre preferência e performance de *G. brimblecombei* em diferentes clones de eucalipto esta provavelmente relacionada ao fato do psílideo-de-concha estar fora de sua área natural de ocorrência e ainda não estar adaptado às pistas químicas e/ou físicas que indicariam às fêmeas quais os melhores sítios de oviposição (Silva et al. 2010).

Ao correlacionar as temperaturas máxima, mínima e média em relação aos adultos de *G. brimblecombei*, Favaro (2006) encontrou correlações significativas e diretamente proporcionais. Também encontrou correlações significativas com a abundancia do parasitoide *P. bliteus*. Ferreira Filho et al. (2008) menciona que as populações de psílideo-de-concha e *P. bliteus* aumentaram quando as temperaturas médias mínimas e máximas diminuíram.

Com a introdução de pragas exóticas de ocorrência sazonal no Brasil a partir de 2003, (COSTA et al., 2008; WILCKEN et al., 2010, 2003; WILCKEN; BERTI FILHO, 2008), outros fatores que influenciam a dinâmica populacional dessas pragas e seus inimigos naturais tornaram-se imprescindíveis. Clark e Dallwitz (1974) em um estudo sobre a abundância de espécies de psíldeos em *E. camaldulensis*, concluiu que a disponibilidade de alimento foi o principal fator que afeta a abundância de cada espécie, porém a habilidade para obter o alimento e a característica de desenvolvimento dos psíldeos, também são fatores importantes na dinâmica populacional desses insetos.

Anu, Sabu e Vineesh (2009) avaliaram 12 ordens de insetos nas diferentes estações do ano e concluíram que os insetos das ordens Hemiptera, Dermaptera e Díptera não apresentaram variação sazonal significativa na abundância. Esse resultado não foi observado neste estudo, a abundância de psíldeos foi significativamente maior na primavera (figura 11).

Figura 11. Número de psilídeos-de-concha encontrados em cada uma das 4 estações do ano na Estação Experimental de Anhembi, SP. Boxplots seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn ($P < 0,05$).

A maior abundância de psilídeo-de-concha na primavera, está provavelmente relacionada a diversos fatores, dentre eles, a menor abundância de inimigos naturais durante o inverno, temperatura e umidade ótima para seu desenvolvimento, chuvas de baixa intensidade, e características nutricionais das plantas. Segundo (MITCHELL et al., 2008) as características nutricionais das folhas de eucalipto, podem ser alteradas em condições de déficit hídrico, esses resultados sugerem que as populações de psilídeo-de-concha podem ser afetadas pela falta de alimento adequado para seu desenvolvimento. Entretanto, a menor abundância de inimigos naturais se deve ao potencial biótico baixo em relação a praga, ou seja, menor capacidade de aumentar a sua população ao longo das gerações com relação a praga.

Segundo Ferreira Filho et al. (2008) o clima é um fator a ser considerado na regulação das populações de diferentes espécies de psilídeos, em estudos realizados na Austrália. Os autores afirmam ainda que existe uma relação entre a

redução das populações de *G. brimblecombei* com a chegada de períodos de chuvas intensas em plantio de eucalipto. Para Silva et al. (2013) o período com maior abundância de *G. brimblecombei* e seu parasitoide *P. bliteus* foram os meses de junho a agosto, onde não houve precipitação. Nos meses com precipitações até 250 mm, as populações de ambos diminuíram, reaparecendo novamente quando houve decréscimo na precipitação. Diversos estudos também não encontraram correlação da precipitação com a abundância de psílideo-de-concha (SOLIMAN et al., 2012; VILELA; ZUCCHI, 2015; WARGO, 1996; WILCKEN et al., 2003, 2005). Segundo Favaro (2006), apesar dos índices de correlação não serem significativos, as chuvas influenciam populações de *G. brimblecombei*, principalmente adultos, que geralmente decrescem na época chuvosa.

Ferreira et al. (2009) destaca que as populações de *G. brimblecombei* tendem a aumentar nas épocas mais secas do ano, sendo os fatores ambientais importantes para determinar os picos populacionais da espécie. O estudo foi delineado para analisar a flutuação populacional do psílideo-de-concha no município de Garça - SP. Os resultados sugerem diminuição na abundância do inseto nos meses com maior índice pluviométrico, março e abril. Esses resultados são similares aos observados no presente estudo, situação caracterizada por baixa precipitação no mês de abril e pico populacional, porém, o maior número de indivíduos coletados foi registrado no mês de novembro com as precipitações em torno de 130mm. Esses resultados sugerem a existência uma faixa específica de pluviosidade e temperatura para o seu desenvolvimento.

Estudos com previsão da distribuição geográfica de *G. brimblecombei* no Brasil (QUEIROZ et al., 2013), indicam que a variável de maior influência sobre o modelo proposto (Environmental Distance) e possivelmente na distribuição do psílideo-de-concha foi a precipitação. Os efeitos da pluviosidade também podem desencadear efeitos indiretos nas populações de psílideo-de-concha. Para Camargo et al. (2014) em períodos mais secos e frios, há um estresse sobre as plantas de eucalipto, causando acúmulo de nitrogênio, favorecendo assim o aumento das populações de psílídeos.

Observando a distribuição das espécies de insetos nos diferentes plantios da estação experimental, há clara dominância na abundância para *G. brimblecombei*, com dois picos populacionais, o primeiro relacionado com eucalipto clonal associado

à *Brachiaria* spp., exibindo 2057 indivíduos e o segundo com *E. grandis* totalizando 1746 indivíduos (Figura 12).

Figura 12. Espécies ou grupos de insetos em diferentes espécies ou combinações de plantios na Estação Experimental de Anhembi, SP.

O tipo de habitat e os remanescentes de vegetação nativa no entorno do eucalipto podem influenciar negativamente a preferência e/ou desempenho do psilídeo-de-concha (SILVA et al., 2010). Silva et al. (2010) relacionam a menor abundância de *G. brimblecombei* nas áreas próximas ao cerrado com a maior complexidade estrutural e diversidade vegetal dessas formações, que podem servir como refúgio e fonte de alimento para eventuais inimigos naturais do psilídeo-de-concha. Além disso, a presença de remanescentes de vegetação nativa tem grande potencial para a redução natural das densidades de *G. brimblecombei*, devido ao seu efeito positivo sobre seus potenciais inimigos naturais. Alguns autores mencionam que a manutenção da diversidade de espécies vegetais nativas no agroecossistema, tem demonstrado efeitos na diminuição da abundância de pragas (BRAGANÇA et al., 1998; MURTA et al., 2008; SILVA et al., 2010; ZANETTI et al., 2000), sendo essa uma estratégia com potencial para manejo integrado de pragas.

Na estação experimental de Anhembi, há grandes fragmentos de vegetação nativa e sub-bosque bem desenvolvido, o que pode ter favorecido as populações de inimigos naturais, todavia, essas populações de inimigos naturais no período avaliado, não foram suficientes para controlar os picos populacionais de psíldeo-de-concha, mesmo no decorrer de um ano de avaliação, os picos populacionais sofreram um aumento gradual nas áreas de maior infestação. Para Silva et al. (2010) a abundância de predadores do psíldeo-de-concha tende a ser maior nas bordas dos talhões com o cerrado.

Analisando a distribuição do psíldeo-de-concha houve uma tendência de picos populacionais estarem concentrados nas bordas da estação experimental, sugerindo uma tendência desses insetos por áreas próximas ao curso do rio (Figura 13, 14 e 15).

Figura 13. Abundancia de psíldeo-de-concha em dezembro de 2016 na Estação Experimental de Anhembi, SP.

Figura 14. Abundância de psilídeo-de-concha em abril de 2017 na Estação Experimental de Anhembi, SP.

Figura 15. Abundância de psilídeo-de-concha em novembro de 2017 na Estação Experimental de Anhembi, SP.

No mês de dezembro de 2016, os picos populacionais estavam localizados nas margens da estação experimental com o rio, porém essas populações decresceram com o aumento na intensidade das chuvas. Após a queda nas populações nos primeiros meses do ano, em abril novamente as condições ficaram favoráveis as populações de psílídeo-de-concha, com chuvas de menor intensidade e temperaturas altas, ocorrendo outro pico populacional dessa praga em abril de 2017. O maior pico populacional para psílídeo-de-concha ocorreu em dezembro de 2017, e apesar de uma maior distribuição por toda a estação, também houve uma tendência de preferência pelas bordas da propriedade com o curso do rio. Esses resultados sugerem que estar próximo a água não oferecem riscos ao psílídeo-de-concha, ao contrário, parece favorecer o aumento da abundância. Porém, as chuvas parecem influenciar a abundância, por conta da ação mecânica de derrubada dos insetos das folhas.

Segundo Moore (1975) e Queiroz et al. (2013) o hospedeiro *E. camaldulensis*, espécie atacada preferencialmente pelo psílídeo-de-concha, ocorre principalmente ao longo do curso de rios em sua região de origem, tornando essas regiões mais propícias e atrativas para proliferação do inseto. Apesar deste estudo não conter pontos com plantios de *E. camaldulensis* próximo ao curso do rio, essa tendência do psílídeo-de-concha por regiões próximas ao curso do rio, também foi observada nesse estudo. Ressalta-se que em novembro de 2017, o ponto 23 obteve pico populacional de psílídeo-de-concha, e mesmo que a distância desse ponto para o curso do rio seja maior quando comparado ao demais pontos com picos populacionais, em época chuvosa como ocorreu nessa data, esse local é caracterizado por áreas alagadas. Todavia, novos estudos deverão ser realizados com controle de umidade no microclima e no solo, além de estudos fisiológicos das folhas e insetos dessas áreas, a fim de comprovar a tendência desses insetos por áreas margeadas por rios e/ou alagadas.

Em áreas que não houve evidencia de picos populacionais, há predomínio de plantios de laranja. Essas áreas sofrem controle intenso por inseticidas químicos para controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae), um psílídeo praga na citricultura. O uso desses produtos químicos pode estar exercendo papel de repelência nas populações de psílídeo-de-concha. Estudos em áreas com menor atividade agrícola poderiam confirmar esse pressuposto.

5. CONCLUSÕES

Temperatura, tamanho da área, diferentes espécies de eucalipto e mês influenciaram significativamente populações de coccinelídeos, *P. bliteus* e *G. brimblecombei*.

Não há correlação nos picos populacionais de *G. brimblecombei* com os fatores ambientais temperatura e pluviosidade, mesmo quando esses fatores são considerados simultaneamente. Portanto, não há influência desses fatores na flutuação populacional de *G. brimblecombei*.

As populações de *G. brimblecombei* tenderam a concentrar-se mais proximamente ao curso do rio e afastar-se de áreas com maior atividade agrícola.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S. A. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA (Ed.). . **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: [s.n.]. p. 969–1022.
- ANU, A.; SABU, T. K.; VINEESH, P. Seasonality of Litter Insects and Relationship with Rainfall in a Wet Evergreen Forest in South Western Ghats. **Journal of Insect Science**, v. 9, n. 46, p. 1–10, 2009.
- AUAD, A. M.; CARVALHO, C. A. DE. Análise Faunística de Coleóperos em Sistema Silvipastoril. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 31–39, 2011.
- BECKLER, A. A.; FRENCH, B. W.; CHANDLER, L. D. Characterization of western corn rootworm (Coleoptera : Chrysomelidae) population dynamics in relation to landscape attributes. p. 129–139, 2004.
- BOARETTI, M. A. C.; BRANDÃO, A. L. S. **Manejo integrado de pragas**.
- BRAGANÇA, M. A. L. et al. Effects of environmental heterogeneity on Lepidoptera and Hymenoptera populations in Eucalyptus plantations in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 103, n. 2–3, p. 287–292, 20 abr. 1998.
- BRENNAN, E. et al. **Resistance of Eucalyptus species to Glycaspis brimblecombei (Homoptera: Psyllidae) in the San Francisco Bay Area**. [s.l: s.n.]. v. 77
- CAMARGO, J. M. M. et al. Resistência de clones de Eucalyptus ao psílideo-de-concha. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 77, p. 91–97, 2014.
- CAMPELO, F. T.; CORASSA, J. DE N. **Uso do componente florestal em sistemas integrados para permanência de Crisopídeos (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) em agroecossistemas**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO, 2015.
- CAMPOS, D. et al. Ocorrência sazonal de coccinelídeos predadoras (Coleoptera, Coccinellidae) coletadas num pomar cítrico com tratos culturais ecológicos, em Montenegro, Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. June 2014, 2005.

CANDY, S. G. et al. Modelling the impact of defoliation by the leaf beetle, *Chrysophtharta bimaculata* (Coleoptera: Chrysomelidae), on height growth of *Eucalyptus regnans*. **Forest Ecology and Management**, v. 54, n. 1–4, p. 69–87, 1992.

CASWELL, H. Elements of Mathematical Ecology. By Mark Kot. **The Quarterly Review of Biology**, v. 78, n. 2, p. 251–252, 1 jun. 2003.

CLARK, L. R.; DALLWITZ, M. J. **On the Relative Abundance of Some Australian Psyllidae That Coexist on Eucalyptus Blakelyi** *Australian Journal of Zoology*. [s.l: s.n.].

COSTA, V. A. et al. Eucalyptus Gall Wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & Lasalle (Hymenoptera: Eulophidae) in Brasil: New forest pest reaches the new world. **Revista de Agricultura (Piracicaba)**, v. 83, p. 136–139, 2008.

DEZANE, A. F. DOS S.; SÁ, L. A. N. DE; ALMEIDA, G. R. DE. Estudo da Flutuação Populacional do Psilídeo-de-Concha, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) e de seus Inimigos Naturais em Florestas de Eucalipto na Região de Mogi-Guaçu, SP. **EMBRAPA**, p. 127, ago. 2007.

DIECKMANN, U.; LAW, R.; METZ, J. A. J. The Geometry of Ecological Interactions: Simplify- ing Spatial Complexity. **Ecological Economics**, v. 89, p. 202–203, 2013.

FAVARO, R. M. **Aspectos bionômicos de Glycaspis (Glycaspis) brimblecombei (Moore , 1964) (Hemiptera : Psyllidae) e seu controle com fungos Rodolfo Marcassi Favaro**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 2006.

FERNANDES, B. V et al. *Leptocybe Invasa* (Hymenoptera: Eulophidae), an Exotic Pest of *Eucalyptus*, in Minas Gerais State, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 824–826, 2014.

FERREIRA, E. N. L. **Diversidade de insetos e distribuição espacial em reflorestamentos e regeneração natural** Piracicaba, 2014.

FERREIRA FILHO, P. J. et al. Dinâmica populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2109–2114, 2008.

FERREIRA, R. DE A. et al. Flutuação Populacional de Psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera : Psyllidae) em *Eucalyptus* spp . no município de Graça, SP. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**, n. 14, p. 29–46, 2009.

FIRMINO-WINCKLER, D. C. et al. Biologia do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore Firmino-Winckler et al. (Hemiptera, Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 144–146, 2009.

FRENCH, B. W. et al. Ground Beetle (Coleoptera : Carabidae) Assemblages in a Transgenic Corn – Soybean Cropping System. n. 1, 2004.

GARCIA, A. G. et al. Delimiting Strategic Zones for the Development of Fall Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on Corn in the State of Florida. **Journal of economic entomology**, v. 111, n. 1, p. 120–126, fev. 2018.

GARLET, J. et al. Leptocybe invasora em *Eucalyptus* sp. no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 43, p. 2175–2177, 2013.

GOOGLE, E. M. Google Earth Mapas. . 2018, p. Acessado em 24/07/2018.

GURNEY, W. S. C.; GURNEY, W. S. C. **Ecological dynamics**. New York: New York Oxford University Press, 1998.

HOLLIS, D. **Australian Psylloidea: jumping plantlice and lerp insects**. Canberra: Australian Biological Resources Study, 2004.

HOLTZ, A. M. et al. PROVENIENTES DE LAGARTAS CRIADAS EM FOLHAS DE *Eucalyptus* ORIGINATED FROM CATERPILLARS REARED ON LEAVES OF *Eucalyptus cloeziana*. p. 897–901, 2003.

IBÁ. **Relatório 2017**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>.

IEDE, E. T.; PENTEADO, S. DO R. C.; REIS-FILHO, W. Pragas quarentenárias florestais: riscos e prevenção. **FLORESTA 34, Curitiba-PR**, v. 30, n. 1/2, p. 65–73, 2000.

KEELING, M. **Spatial models of interacting populations**. [s.l.] Blackwell Science, Oxford, UK, 1999.

KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 243–270, 1998.

LARANJEIRO, A. J. **Estabilidade da entomofauna num mosaico de plantação de eucalipto e áreas naturais de conservação**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2003.

LEVIN, S. A. et al. Mathematical and computational challenges in population biology and ecosystems science. **Science (New York, N.Y.)**, v. 275, n. 5298, p. 334–343, jan. 1997.

LEWIS, M. A.; PETROVSKII, S. V.; POTTS, J. R. **Dynamics of Biological Invasions. In: The Mathematics Behind Biological Invasions. Interdisciplinary Applied Mathematics**. Cham: Springer, 2016.

LI, B.-L. The Geometry of Ecological Interactions: Simplifying Spatial Complexity. **Ecological Engineering**, v. 18, n. 3, p. 401–402, jan. 2002.

LIEBHOLD, A. M.; TOBIN, P. C. Population Ecology of Insect Invasions and Their Management. **Annual Review of Entomology**, v. 53, n. 1, p. 387–408, 2008.

LU, G. Y.; Ã, D. W. W. Computers & Geosciences An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. v. 34, p. 1044–1055, 2008.

LUTINSKI, J. A.; LUTINSKI, C. J. Primeiro registro de *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964 , (Hemiptera : Psyllidae) em Eucalipto no Estado de Santa Catarina , Brasil. p. 2–4, 2006.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2004.

MANSFIELD, S. New Communities on Eucalypts Grown Outside Australia. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. November, p. 1–9, 2016.

MENDEL, Z. et al. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. **Australian Journal of Entomology**, v. 43, p. 101–113, 2004.

MENEZES, E. B. et al. Associação de lepidópteros desfolhadores com plantas do gênero *Eucalyptus* em áreas reflorestadas na região de Aracruz (Es). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil (Brasil)**, v. 15 (2), p. 181–188, 1986.

MEWES, W. L. C. et al. Aplicação de Agrotóxicos em Eucalipto Utilizando Pulverizado Pneumático. **Revista Árvore**, v. 37, n. 2, p. 347–353, 2013.

MIGNON, J. et al. Effet des bordures de champs sur les populations de chrysopes [Neuroptera: Chrysopidae] en cultures maraîchères. **Phytoprotection**, v. 84, n. 2, p. 121–128, 2003.

MITCHELL, P. J. et al. Leaf water relations during summer water deficit : differential responses in turgor maintenance and variation in leaf structure among different plant communities in south-western Australia. p. 1791–1802, 2008.

MOORE, K. M. The Glycaspis spp. (Homoptera, Psyllidae) associated with Eucalyptus camaldulensis. **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales**, v. 99, p. 121–128, 1975.

MORALES, N. E. et al. Fluctuación poblacional de Scolytidae (Coleoptera) en zonas reforestadas con Eucalyptus grandes (Myrtaceae) en Minas Gerais, Brasil. **Rev. Bio\ Trop**, v. 48, n. 1, p. 101–107, 2000.

MURTA, A. F. et al. Efeitos de Remanescentes de Mata Atlântica no Controle Biológico de Euselasia apisaon (Dahman) (Lepidoptera: Riodinidae) por Trichogramma maxacalii (Voegelé e Pointel) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 229–232, 2008.

NAGAMINE, W. T.; HEU, R. A. **Red Gum Lerp Psyllid New Pest Advisory**. State of Hawaii: [s.n.].

PAINE, T. D. et al. UC scientists apply IPM techniques to new eucalyptus pests. **California Agriculture**, v. 54, n. 6, p. 8–13, 2000.

PEREIRA, E. S.; CALDEIRA, Z. V.; SOARES, M. A. Manejo Integrado De Pragas Na Eucaliptocultura: Inseticidas E Parasitoides São Compatíveis? **Revista Agri-Environmental Sciences**, v. 2, n. 2, p. 13, 2016.

PEREIRA, J. M. M.; ZANUNCIO, J. C.; SCHOEREDER, J. H. Índices faunísticos dos principais lepidópteros daninhos ao eucalipto nas regiões de Lassance e São Bento Abade, Minas gerais. **Revista Árvore**, v. 18, n. 1, p. 79–86, 1994.

PETERSON, A. T.; VIEGLAIS, D. A. Predicting Species Invasions Using Ecological Niche Modeling: New Approaches from Bioinformatics Attack a Pressing Problem A new approach to ecological niche modeling, based on new tools drawn from biodiversity informatics, is applied to the challenge of p. **BioScience**, v. 51, n. 5, p. 363–371, 1 maio 2001.

PINTO, R. et al. Flutuação Populacional de Coleoptera em Plantio de Eucalyptus urophylla no município de Três Marias, Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 31–39, 1998.

POUTSMA, J. et al. Predicting the potential geographical distribution of the harlequin ladybird, *Harmonia axyridis*, using the CLIMEX model. **From Biological Control to Invasion: the Ladybird Harmonia Axyridis as a Model Species**, p. 103–125, 2008.

QUEIROZ, D. L. DE et al. Predicting the geographical distribution of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psylloidea) in Brazil. **Australian Journal of Entomology**, v. 52, n. 1, p. 20–30, 2013.

RAMIREZ, J. M.; THOMANN, E. A.; WAYMIRE, E. C. Advection–Dispersion Across Interfaces. **Statistical Science**, v. 28, n. 4, p. 487–509, 2013.

RHODES, E. M.; LIBURD, O. E.; GRUNWALD, S. Examining the spatial distribution of flower thrips in southern highbush blueberries by utilizing geostatistical methods. **Environmental entomology**, v. 40, n. 4, p. 893–903, ago. 2011.

RODRIGUES, W. C.; CASSINO, P. C. R.; FILHO, R. S. Ocorrência e Distribuição de Coccinelídeos (Coleoptera, Coccinellidae) Associados às Plantas Cítricas no Estado do Rio de Janeiro. **EntomoBrasilis**, n. 1993, p. 2–7, 2008.

SANCHEZ-AZOFEIFA, A. et al. **Tropical dry forests in the Americas: ecology, conservation, and management**. [s.l.] CRC Press, 2013.

SÁNCHEZ-FLORES, E. GARP modeling of natural and human factors affecting the potential distribution of the invasives *Schismus arabicus* and *Brassica tournefortii* in ‘El Pinacate y Gran Desierto de Altar’ Biosphere Reserve. **Ecological Modelling**, v. 204, n. 3, p. 457–474, 2007.

SAVARIS, M. et al. Primeiro registro de *Thaumastocoris peregrinus* para o estado de Santa Catarina, e novas áreas de ocorrência para o Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, p. 1874–1876, 2011.

SCHNELL E SCHÜHLI, G. et al. A review of the introduced forest pests in Brazil. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 397–406, 2016.

SHEPHERD, R. F. Management Strategies for Forest Insect Defoliators in British-Columbia. **Forest Ecology and Management**, v. 68, n. 2–3, p. 303–324, 1994.

SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia.**, p. 400p, 2013.

SILVA, A. L. et al. Dinâmica Populacional de *Glycaspis brimblecombei* e Inimigos Naturais em *Eucalyptus* spp., Cuiabá-MT. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 80–90, 2013.

SILVA, D. C. DA et al. Flutuação populacional das coccinelídeos (coleoptera, coccinellidae) ocorrentes num pomar cítrico com tratamentos culturais ecológicos, em montenegro/rs. **Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia**, p. 733–736, 2002.

SILVA, J. O. et al. Efeito da estrutura da paisagem e do genótipo de *Eucalyptus* na abundância e controle biológico de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 1, p. 91–96, 2010.

SILVEIRA NETO, S. **Manual de ecologia dos insetos**. Editora Ag ed. [s.l.] Editora Agronômica Ceres, 1976.

SMANIOTTO, M. A. et al. Biologia de *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero e Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) em Dez Espécies de Eucalipo. **Ciência Florestal**, v. 27, n. n. 2, p. 679–685, 2010.

SOLIMAN, E. P. et al. Biology of *Thaumastocoris peregrinus* in different eucalyptus species and hybrids. **Phytoparasitica**, v. 40, n. 3, p. 223–230, 2012.

STEFANELLO JÚNIOR, G. J. et al. Persistência de agrotóxicos utilizados na cultura do milho ao parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 17–23, 2012.

VENUGOPAL, P. D.; DIVELEY, G. P.; LAMP, W. O. Spatiotemporal Dynamics of the Invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in and Between Adjacent Corn and Soybean Fields. **Journal of economic entomology**, v. 108, n. 5, p. 2231–2241, out. 2015.

VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. **Pragas introduzidas no Brasil insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015.

WARGO, P. M. **Consequences of environmental stress on oak: predisposition to pathogens**. Annales des sciences forestières. **Anais...**1996

WEBSTER, R.; OLIVER, M. A. **Geostatistics for Environmental Scientists**. John Wiley ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2007.

WILCKEN, C. et al. Bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero and Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae) on Eucalyptus in Brazil and its distribution. **Journal of Plant Protection Research**, v. 50, n. 2, p. 201–205, 2010.

WILCKEN, C. F. et al. Ocorrência do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, v. 201, p. 1–11, 2003.

WILCKEN, C. F. et al. **Controle Biológico do Psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) (Hemiptera: Psyllidae) Em Florestas de Eucalipto**. Tercer Congreso Virtual Iberoamericano sobre Gestión de Calidad en Laboratorios. **Anais...** 2005. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/236596960_Controle_Biologico_do_psilid_eo-de-concha_Glycaspis_brimblecombei_Hemiptera_Psyllidae_em_florestas_de_eucalipto>

WILCKEN, C. F. et al. Manejo de Pragas Exóticas em Floresta de Eucalipto. **Anais do II Encontro Brasileiro de Silvicultura**, p. 129–134, 2011a.

WILCKEN, C. F. et al. Vespa-da-galha do Eucalipto (*Leptocybe invasa*) no Brasil. **IPEF**, n. 41, p. 0–1, 2011b.

WILCKEN, C. F.; BERTI-FILHO, E. **Programa de Proteção Florestal - PROTEF / IPEF**. Botucatu - SP: [s.n.]. Disponível em: <www.ipef.br>.

WILCKEN, C. F.; BERTI FILHO, E. Vespa-da-galha do eucalipto (*Leptocybe invasa*) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE): Nova praga de florestas de eucalipto no Brasil. **Boletim técnico IPEF**, p. 1–11, 2008.

WINGFIELD, M. J. et al. Worldwide Movement of Exotic Forest Fungi, Especially in the Tropics and the Southern Hemisphere. **BioScience**, v. 51, n. 2, p. 134, 2001.

WINGFIELD, M. J. et al. Eucalypt pests and diseases: growing threats to plantation productivity. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 70, n. 2, p. 139–144, 2008.

ZANETTI, R. et al. Influência da espécie cultivada e da vegetação nativa circundante na densidade de saúveiros em eucaliptais. **Pesq. agropec. bras.**, v. 35, p. 1911–1918, 2000.

ZANETTI, R. **Conceitos básicos do manejo integrado de pragas**.

ZANUNCIO, J. C. et al. Levantamento e flutuação populacional de lepidópteros associados a Eucaliptocultura. **Revista Árvore**, v. 15, n. 1, p. 83–93, 1991.

ZANUNCIO, J. C. et al. **Levantamento e Flutuação Populacional de Lepidópteros Associados à Eucaliptocultura** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1993.