

RODRIGO DANIEL RIBEIRO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM SEQÜENCIAL PARA O  
MONITORAMENTO DO PULGÃO-GIGANTE-DO-PINUS, *Cinara atlantica* (WILSON, 1919)  
(HEMIPTERA: APHIDIDAE: LACHNINAE), E DO SEU PARASITÓIDE *Xenostigmus bifasciatus*  
(ASHMEAD, 1891) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE: APHIDIINAE) EM PLANTIOS DE *Pinus*  
*taeda* L. (PINACEAE).**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Edílson Batista de Oliveira

Co-orientador: Dr. Edson Tadeu Iede

CURITIBA

2007

RODRIGO DANIEL RIBEIRO

“DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PLANO DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL PARA O MONITORAMENTO DO PULGÃO-GIGANTE-DO-PINUS, *Cinara atlantica* (WILSON, 1919) (HEMIPTERA: APHIDIDAE: LACHNINAE), E DO SEU PARASITÓIDE *Xenostigmus bifasciatus* (ASHMEAD, 1891) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE: APHIDIDAE) EM PLANTIOS DE *Pinus taeda* L. (PINACEAE).”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre em Ciências Biológicas”, no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr. Edílson Batista de Oliveira (Orientador)  
Embrapa/Floresta - Colombo-PR



Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken  
UNESP



Dr. Wilson Reis Filho  
Embrapa/Floresta - Colombo-PR

Curitiba, 23 de fevereiro de 2007.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela presença em todos os momentos da minha vida, e por me permitir passar por mais esta etapa;

Ao meu orientador Dr. Edílson Batista de Oliveira pela orientação, colaboração, dedicação, valiosos ensinamentos, confiança, atenção, paciência e pelo grande amigo que se tornou;

Ao meu co-orientador Dr. Edson Tadeu Iede pela orientação, imensa dedicação, respeito, compreensão, tolerância, paciência, confiança, e pelas valiosas contribuições e principalmente pela valiosa amizade ao qual serão lembradas e reconhecidas na minha vida profissional e pessoal, muito abrigado;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

Ao curso de pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade e contribuição à minha formação científica e pessoal;

À Embrapa Florestas, pelo uso das instalações, equipamentos e pelo suporte financeiro;

À Arauco Forest Brasil S.A., por ter propiciado todas as condições para que o experimento pudesse ser instalado e conduzido em sua área de reflorestamento;

Aos pesquisadores da Embrapa Florestas, Wilson Reis Filho, Susete do Rocio Chiarello Penteado e Maria Sílvia Pereira Leite pelos conselhos, incentivos e colaborações durante a realização do trabalho;

Ao técnico Ivan Jorge pelos momentos de descontração, companheirismo, amizade, responsabilidade e grande empenho na realização dos levantamentos de campo;

A amiga Nadia Caldato, pela amizade sincera, respeito, disponibilidade, ajuda em todas as amostragens de campo e por ser exemplo de dedicação profissional;

Aos amigos Mariane e Rodolfo pela amizade e ajuda na realização dos trabalhos de campo;

Aos meus queridos e insubstituíveis pais Joaquim e Marli, que dentro dos seus limites, compreendem, ensinam, e contribuem com todo o apoio, sacrifício, carinho e amor, e por sempre apoiarem e acreditarem em mim.

A Gilvana pelo amor, carinho, paciência, compreensão, apoio emocional e força durante a realização deste trabalho, e que de alguma forma colabora comigo e com meus ideais, acreditando e ajudando a transformar meus sonhos em realidade;

Aos meus irmãos Alexandre, Paulo e Nicolle pelo amor, confiança e por acreditarem e me fazerem acreditar que chegar até aqui seria possível;

Aos funcionários do laboratório de entomologia da Embrapa Florestas pela colaboração, amizade, respeito e agradável convivência;

Aos colegas do curso de Entomologia, Joelma, Patrick, Fábio e Léo pela amizade, descontração e agradável convívio durante a realização das disciplinas;

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, minha eterna gratidão.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>001</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>004</b>
2.1. Posição taxonômica de <i>Cinara atlantica</i> .....	004
2.2. Distribuição geográfica e hospedeiros.....	004
2.3. Biologia, ecologia e danos causados por <i>Cinara atlantica</i> .....	005
2.4. Inimigos Naturais de <i>Cinara atlantica</i> .....	008
2.4.1. Parasitóides de <i>Cinara atlantica</i> .....	010
2.4.1.1. Características gerais de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> .....	012
2.5. Distribuição espacial e amostragem de insetos.....	013
2.6. Tamanho da amostra e precisão.....	023
2.7. Amostragem de afídeos em plantas.....	025
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>029</b>
3.1. Localização e características da área de estudo.....	029
3.2. Instalação dos experimentos.....	030
3.3. Determinação da distribuição espacial intra-planta de <i>Cinara atlantica</i> e do seu parasitóide <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus</i> <i>taeda</i> de diferentes idades.....	030

3.3.1. Determinação do número ideal de plantas a serem amostradas.	030
3.3.2. Metodologia de avaliação.....	031
3.3.3. Análise dos dados.....	033
3.4. Determinação da distribuição espacial inter-plantas de <i>Cinara atlantica</i> e do parasitóide <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades.....	034
3.4.1. Metodologia de avaliação.....	034
3.4.2. Análise dos dados.....	035
3.4.2.1. Índices de dispersão.....	035
3.4.2.2. Distribuições de probabilidade.....	040
3.5. Construção dos planos de amostragem.....	044
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>046</b>
4.1. Porcentagem de plantas atacadas por <i>Cinara atlantica</i> associada ao seu parasitóide <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades.....	046
4.2. Distribuição espacial intra-planta de <i>Cinara atlantica</i> e do parasitóide <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em <i>Pinus taeda</i> .....	053
4.2.1. Número ideal de plantas a serem amostradas.....	053
4.2.2. Distribuição espacial intra-planta de <i>Cinara atlantica</i> em <i>Pinus taeda</i> .....	054
4.2.3. Distribuição espacial intra-planta de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em <i>Pinus taeda</i> .....	059
4.3. Distribuição espacial inter-plantas de <i>Cinara atlantica</i> em <i>Pinus taeda</i> ..	064
4.3.1. Índices de dispersão.....	064
4.3.2. Distribuições de probabilidades.....	072
4.4. Distribuição espacial inter-plantas de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em <i>Pinus taeda</i> .....	077

4.4.1. Índices de dispersão.....	077
4.4.2. Distribuições de probabilidade.....	083
4.5. Plano de amostragem seqüencial.....	088
4.5.1. Utilização da tabela de amostragem seqüencial.....	089
4.5.2. Avaliação do parasitismo de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em <i>Cinara atlantica</i> .....	093
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>096</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>098</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>121</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Plantios de <i>Pinus taeda</i> : a) 6 meses; b) 12 meses; c) 18 meses de idade; d) Esquema de instalação dos experimentos; Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006. Fotos Rodrigo Daniel Ribeiro.....	032
<b>Figura 2.</b> Adulto de <i>Cinara atlantica</i> em mudas de <i>Pinus taeda</i> . Colombo, PR; 2004. Foto: Francisco Santana.....	033
<b>Figura 3.</b> Adulto macho de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> recém emergido de múmias de <i>Cinara atlantica</i> . Colombo, PR; 2004. Foto: Francisco Santana.....	034
<b>Figura 4.</b> Porcentagem de plantas infestadas por <i>Cinara atlantica</i> amostradas mensalmente em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades, Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006 (Média das parcelas A e B).....	047
<b>Figura 5.</b> Ocorrência de múmias e adultos de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> amostrados mensalmente em plantios de <i>Pinus taeda</i> de diferentes idades, Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006 (Média das parcelas A e B).....	051
<b>Figura 6.</b> Número médio de fêmeas aladas, ápteras e ninfas de <i>Cinara atlantica</i> por estrato, amostradas mensalmente em <i>Pinus taeda</i> , área de 6 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	055
<b>Figura 7.</b> Número médio de fêmeas aladas, ápteras e ninfas de <i>Cinara atlantica</i> por estrato, amostradas mensalmente em <i>Pinus taeda</i> , área de 12 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	056
<b>Figura 8.</b> Número médio de fêmeas aladas, ápteras e ninfas de <i>Cinara atlantica</i> por estrato, amostradas mensalmente em <i>Pinus taeda</i> , área de 18 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	057

<b>Figura 9.</b> Número médio de múmias e adultos de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> por estrato, amostradas mensalmente em <i>Pinus taeda</i> , área de 6 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	060
<b>Figura 10.</b> Número médio de múmias e adultos de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> por estrato, amostradas mensalmente em <i>Pinus taeda</i> , área de 12 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	061
<b>Figura 11.</b> Número médio de múmias e adultos de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> por estrato, amostradas mensalmente em <i>Pinus taeda</i> , área de 18 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	062

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Número médio, erro padrão da média ( $\pm$ EPM) e percentagem de ocorrência de ninfas e adultos de <i>Cinara atlantica</i> amostrados por estrato, em plantas de <i>Pinus taeda</i> de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).....	055
<b>Tabela 2.</b> Número médio, erro padrão da média ( $\pm$ EPM) e percentagem de ocorrência de ninfas e adultos de <i>Cinara atlantica</i> amostrados por estrato, em plantas de <i>Pinus taeda</i> de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).....	056
<b>Tabela 3.</b> Número médio, erro padrão da média ( $\pm$ EPM) e percentagem de ocorrência de ninfas e adultos de <i>Cinara atlantica</i> amostrados por estrato, em plantas de <i>Pinus taeda</i> de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).....	057
<b>Tabela 4.</b> Número médio, erro padrão da média ( $\pm$ EPM) e percentagem de ocorrência de mummies e adultos de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> amostrados por estrato, em plantas de <i>Pinus taeda</i> de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).....	060
<b>Tabela 5.</b> Número médio, erro padrão da média ( $\pm$ EPM) e percentagem de ocorrência de mummies e adultos de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> amostrados por estrato, em plantas de <i>Pinus taeda</i> de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).....	061
<b>Tabela 6.</b> Número médio, erro padrão da média ( $\pm$ EPM) e percentagem de ocorrência de mummies e adultos de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> amostrados por estrato, em plantas de <i>Pinus taeda</i> de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).....	062

<b>Tabela 7.</b> Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de <i>Cinara atlantica</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	066
<b>Tabela 8.</b> Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de <i>Cinara atlantica</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	068
<b>Tabela 9.</b> Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de <i>Cinara atlantica</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	070
<b>Tabela 10.</b> Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para <i>Cinara atlantica</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	073
<b>Tabela 11.</b> Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para <i>Cinara atlantica</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	074
<b>Tabela 12.</b> Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para <i>Cinara atlantica</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	076
<b>Tabela 13.</b> Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	079
<b>Tabela 14.</b> Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	080
<b>Tabela 15.</b> Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	082

<b>Tabela 16.</b> Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	084
<b>Tabela 17.</b> Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	085
<b>Tabela 18.</b> Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.....	086
<b>Tabela 19.</b> Amostragem seqüencial para avaliação dos níveis de ataque de <i>Cinara atlantica</i> e do parasitismo de <i>Xenostigmus bifasciatus</i> em povoamentos de <i>Pinus taeda</i> .....	090

## RESUMO

No sentido de contribuir para o monitoramento de *Cinara atlantica* e do seu parasitóide *Xenostigmus bifasciatus*, esta pesquisa teve como objetivos, determinar a distribuição espacial intra e inter-plantas de *C. atlantica*, bem como do seu parasitóide *X. bifasciatus* em reflorestamentos de *P. taeda* de diferentes idades ao longo do ano; definir um método de amostragem para avaliação dos níveis de ataque de *C. atlantica* em povoamentos de *P. taeda*; e propor uma metodologia de amostragem para avaliação da colonização, estabelecimento e eficiência do parasitóide em campo. Para a realização deste estudo foram selecionados três talhões de *P. taeda*, de 6, 12 e 18 meses de idade, cada um com cerca de 4 ha. Dentro de cada talhão, foram delimitadas duas parcelas retangulares de aproximadamente 0,5 ha cada. Para a verificação do padrão de distribuição intra-planta de *C. atlantica* e de seu parasitóide, foram avaliadas mensalmente de agosto de 2005 a julho de 2006, 10 plantas selecionadas ao acaso por parcela, estas foram divididas em três estratos: inferior, médio e superior. Posteriormente, foram contados e registrados todos os pulgões e parasitóides presentes em cada estrato da planta. Para a determinação da distribuição espacial inter-plantas de *C. atlantica* e do seu parasitóide, nestas mesmas parcelas, foram avaliadas e mapeadas mensalmente todas as plantas, observando e registrando a presença ou ausência de pulgões e do parasitóide. Para o estudo dos percentuais de ataque de *C. atlantica* em povoamentos de *P. taeda*, e percentuais de parasitismo de *X. bifasciatus*, procurou-se definir um método de amostragem que priorizasse a redução dos custos e, ao mesmo tempo, oferecesse uma boa precisão dos resultados. Assim, a amostragem seqüencial foi considerada a alternativa mais viável. No estudo da distribuição intra-

planta, constatou-se em todos os plantios, que tanto o afídeo quanto seu parasitóide encontraram-se distribuídos preferencialmente no estrato superior das plantas. Quanto à distribuição inter-plantas, observou-se que na maioria das amostragens, os índices estudados indicaram que *C. atlantica* distribuiu-se de forma agregada nos plantios de *P. taeda* de diferentes idades, enquanto que seu parasitóide distribuiu-se de forma aleatória nestes mesmos plantios. Entre as distribuições estudadas, a distribuição binomial negativa e Poisson foram os modelos que melhor ajustaram-se às distribuições do pulgão-gigante-do-pinus e do seu parasitóide, respectivamente. Para a avaliação dos percentuais de ataque de *C. atlantica* em povoamentos de *P. taeda* e do parasitismo de *X. bifasciatus* em *C. atlantica*, foi confeccionada uma tabela de amostragem seqüencial a partir dos dados obtidos nesta pesquisa.

## ABSTRACT

To contribute the monitoring of the *Cinara atlantica* and its parasitoid *Xenostigmus bifasciatus*, this research aimed determinate the spatial distribution intra and inter-plants of *C. atlantica*, as its parasitoid *X. bifasciatus* in *Pinus taeda* plantations in different ages along the year; prepare a sampling method for evaluation of the levels of attack of *C. atlantica* in plantations of *P. taeda*; and, to propose a sampling methodology for evaluation of the colonization, establishment and efficiency of the parasitoid in the field. For the accomplishment of this study were chosen three different areas *P. taeda* at the ages of 6, 12 and 18 months, each area contenting about 4 hectares. Into the each area were selected 2 rectangular blocks nearly 0.5 hectares each. For the verification of the pattern of distribution intra-plant of *C. atlantica* and its parasitoid, were evaluated monthly from August 2005 to July 2006, being chosen at random 10 plants for block. These plants were divided into three strata: inferior, medium and superior. Later, they were counted all the aphids (nymphs, apterous and alates adults) and parasitoids (mummies and adults) presents in every part of the plant. For the determination of the spatial distribution inter-plants of *C. atlantica* and its parasitoids, were evaluated and mapped monthly all plants, observing the presence or the absence of the insects. For the study of the percentual of attack of *C. atlantica* in *P. taeda* plantations, and the percentual of the parasitism of *X. bifasciatus*, was chosen a method of sampling that prioritized low cost and, at the same time, would give us good precised results. Thus, the sequential sampling was considered the viable alternative. In the study of the distribution intra-plant, it was verified that as the aphid as its parasitoid were distributed mainly in the superior stratum of *P. taeda* plants in all ages. With relationship to the distribution

inter-plants, it was observed that in most of the samplings, the studied indexes indicated that *C. atlantica* most part of the time were distributed aggregated in *P. taeda* plantations of different ages, while its parasitoid distribute at random in the same plantations. Among the different distributions studied, the negative binomial and Poisson distributions were the models better fitted with the distributions of giant-pine-aphids and its parasitoid, respectively. To the avaluation of the percentual of the attack of *C. atlantica* in *P. taeda* plantations and the parasitism of *X. bifasciatus* in *C. atlantica*, were elaborated a sequential sampling table from the data gotten in this research.

## 1. INTRODUÇÃO

As primeiras espécies do gênero *Pinus* (Pinaceae) plantadas no Brasil, originadas do sul dos Estados Unidos, foram introduzidas para fins ornamentais, chegando ao país em meados do século XIX, por meio do filósofo alemão Hermann Bruno Otto Blumenau.

Na década de 50, o governo estimulou o investimento na indústria de papel e celulose. Com isso, plantios de *Pinus* passaram a ser implementados com o objetivo de suprir a matéria-prima, em substituição à madeira de araucária (*Araucaria angustifolia*). Com a implementação de incentivos fiscais, a partir de 1966, o governo reduzia a pressão urbano industrial sobre o setor de florestas e, por outro lado, garantia, no longo prazo, o suprimento de matéria-prima para a indústria madeireira, bem como para a de papel e celulose.

Atualmente, o setor florestal brasileiro contribui com 3,5% no PIB, emprega, direta e indiretamente, 6,5 milhões de pessoas, envolve mais de 600 municípios e tem um forte apelo social como atividade ambientalmente adequada para a conservação dos solos, dos animais e da água (SBS 2006).

Segundo dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura (2006), os principais plantios de *Pinus* no Brasil, abrangem uma área de aproximadamente 1,8 milhões de hectares, dos quais, 36,9% estão concentrados no estado do Paraná, 28,7% em Santa Catarina, 10,1% no Rio Grande do Sul, 8,3% em Minas Gerais, 8,1% em São Paulo, e 7,8% nos demais estados.

Entretanto, face a abundância e distribuição contínua dessas plantas associados ao manejo florestal inadequado, entre outros fatores, torna esses plantios suscetíveis a colonização, estabelecimento, dispersão e danos de pragas.

Em 1998, foi detectada pela primeira vez a presença do pulgão *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae: Lachninae) no Brasil, em plantios de *P. taeda* L. e *P. elliottii* Engelm, em diferentes municípios dos estados do RS, SC, PR, SP e MG. Esta espécie nativa da América do Norte alimenta-se da seiva do floema de diversas espécies de *Pinus*, formando grandes colônias sobre os galhos e ponteiros. Infestações intensas podem provocar a queda de acículas e ramos e até a morte de plantas em plantios jovens.

Por tratar-se de uma praga exótica, a prática mais recomendada para a redução da população destes afídeos e de seus danos, é a utilização de controle biológico. Com essa finalidade, foi introduzido no Brasil, em 2001, o parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Ashmead, 1891) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae), originário dos Estados Unidos.

Apesar de vários trabalhos de pesquisa desenvolvidos com a espécie, são escassas as informações, principalmente sobre a ecologia da praga e do seu parasitóide visando uma sustentação ao Manejo Integrado de Pragas (MIP). Neste programa é fundamental a definição de uma técnica de amostragem que, levando em conta a grande extensão dos povoamentos de *Pinus* no Brasil e os variáveis níveis de ataque da praga ao longo do ano, seja de fácil aplicação, rápida e que apresente baixo custo, já que o monitoramento através de amostragens de insetos ou de seus danos, é a primeira etapa para minimizar as perdas provocadas por estes em plantios florestais. A informação gerada possibilita o conhecimento do *status* da praga, onde e quando os surtos estão ocorrendo, onde há necessidade de adoção de medidas de controle e, posteriormente, se estas estão sendo efetivas.

No sentido de contribuir para o monitoramento dessa praga e do seu parasitóide *X. bifasciatus*, esta pesquisa teve os seguintes objetivos: (i) determinar a

distribuição espacial intra e inter-plantas de *C. atlantica*, bem como do seu parasitóide *X. bifasciatus* em reflorestamentos de *P. taeda* de diferentes idades ao longo do ano; (ii) definir um método de amostragem confiável, prático e de baixo custo para avaliação dos níveis de ataque de *C. atlantica* em povoamentos de *P. taeda*; (iii) propor uma metodologia de amostragem para avaliação da colonização, estabelecimento e eficiência do parasitóide *X. bifasciatus* em campo.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Posição taxonômica de *Cinara atlantica*

A espécie *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) integra a ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, super-família Aphidoidea, família Aphididae, sub-família Lachninae e tribo Cinarini (Blackman & Eastop 1984).

A subfamília Lachninae apresenta 20 gêneros compostos por 361 espécies, sendo que destes, 14 gêneros e 299 espécies são conhecidas por colonizarem árvores (Blackman & Eastop 1994).

De acordo com Eastop (1972), o gênero *Cinara* contém cerca de 200 espécies descritas, sendo que aproximadamente 150 destas estão presentes na América do Norte, 30 na Europa e região mediterrânea, e 20 no extremo Oriente.

No Brasil ocorrem as seguintes espécies de *Cinara*: *C. maritimae*, *C. piniformosana*, *C. thujafilina*, *C. fresai*, *C. pinivora* e *C. atlantica*. (Costa *et al.* 1993; Sousa-Silva & Ilharco 1995; Iede *et al.* 1998; Lazzari & Zonta de Carvalho 2000).

### 2.2. Distribuição geográfica e hospedeiros

*C. atlantica*, é uma espécie nativa da América do Norte (região leste dos Estados Unidos e Canadá). Encontra-se também na Jamaica e Cuba (Blackman & Eastop 1984; Voegtlin & Bridges 1988). Foi introduzida acidentalmente na Austrália, Argentina, Uruguai e Brasil (Penteado *et al.* 2000).

No Brasil, esta espécie foi verificada inicialmente em plantios de *Pinus* spp. em diferentes municípios dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (Penteado *et al.* 2000).

As espécies de *Cinara* estão associadas a gêneros de Pinaceae e Cupressaceae. A especificidade hospedeira pode ser ao nível de espécie ou em um único gênero, ou até mesmo entre vários gêneros. Entretanto, a maioria das espécies é encontrada em *Pinus* spp. (Voegtlin 2003a).

Blackman & Eastop (1994) citam como hospedeiros de *Cinara atlantica* as espécies, *P. canariensis*, *P. clausa*, *P. cubensis*, *P. douglasiana*, *P. duragensis*, *P. echinata*, *P. elliottii*, *P. glabra*, *P. gregii*, *P. lumholtzii*, *P. muricata*, *P. nigra*, *P. occidentalis*, *P. oocarpa*, *P. palustris*, *P. patula*, *P. pungens*, *P. radiata*, *P. resinosa*, *P. rígida*, *P. roxburghii*, *P. serotina*, *P. strobus*, *P. sylvestris*, *P. virginiana* e *P. taeda*.

### **2.3. Biologia, ecologia e danos causados por *Cinara atlantica***

Os afídeos são insetos vivíparos que, nas condições climáticas tropicais, se reproduzem por partenogênese telítoca, tipo de reprodução onde são originados apenas descendentes fêmeas (Dixon 1977; Blackman 1987). Costa Lima (1942) cita que as condições climáticas no Brasil são favoráveis ao desenvolvimento de formas partenogenéticas o ano todo. Nas regiões temperadas, no final do outono e começo do inverno, as fêmeas deixam de se reproduzir por partenogênese e ocorre a reprodução bissexuada, dando origem a machos e fêmeas ovíparas que após o acasalamento, dão origem a ovos de inverno (Carver *et al.* 1991).

Peper & Tissot (1973) verificaram que o pico populacional de *C. pinivora* nos Estados Unidos, ocorre entre o final do outono e durante o inverno, sendo que as

colônias praticamente desaparecem nos meses mais quentes.

No Brasil, a ocorrência de *C. pinivora* também se dá entre o outono e inverno, sendo que no verão a população diminui drasticamente devido à estivação. Já *C. atlantica* é uma espécie que tolera temperaturas mais altas, ocorrendo juntamente com *C. pinivora*, durante o outono e inverno, mas também é encontrada durante a primavera e verão (Penteado *et al.* 2000).

Iede (2003) monitorou a flutuação de *C. atlantica* e *C. pinivora* quinzenalmente, em plantios de *Pinus spp.* em Rio Negrinho, SC, e em Arapoti e Sengés, PR. Segundo este autor, as populações totais das duas espécies apresentaram picos populacionais não apenas no outono e na primavera, mas também no inverno e, eventualmente, no verão. Em termos de densidade populacional, esta foi maior na primavera e inverno, seguida do outono, sendo mais baixa no verão.

Segundo Ciesla (1991a), em áreas onde se alternam períodos úmidos e secos, as colônias de *Cinara* tendem a ser mais abundantes e causar danos durante a estação seca.

Vários autores verificaram que cada espécie de afídeo tem um limiar ótimo de temperatura para o desenvolvimento e reprodução, Zaleski (2003) verificou que o ciclo biológico de *C. atlantica*, cuja fase jovem apresenta quatro ínstars, sofre grande variação com a temperatura, sendo de 32 dias a 10°C e de 7 dias a 30°C, com um ciclo de vida de 105 e 51 dias, respectivamente para as duas temperaturas.

O grande sucesso dos afídeos como praga, deve-se à sua alta fecundidade e ao polimorfismo dos indivíduos. Nas colônias, inicialmente aparecem fêmeas ápteras e posteriormente, perante o elevado número de indivíduos ou ataque de inimigos naturais, os afídeos liberam um feromônio que induz a formação de

indivíduos alados, que constituirão novas colônias em outras plantas (Nault & Montgomery 1977; Kunert *et al.* 2005).

A maioria das espécies de *Cinara* alimenta-se em colônias, localizadas, usualmente, em brotos e ramos, e ocasionalmente no caule e nas raízes de seus hospedeiros (Ciesla 1991b).

A alimentação dos afídeos é altamente especializada, sendo que a penetração dos estiletes se dá intercelularmente e intracelularmente, buscando atingir os tecidos do floema das suas plantas hospedeiras, no qual a seiva supre toda necessidade nutricional destes insetos (Dixon 1998).

Os danos causados pela extração continua desses nutrientes por esses afídeos, pode causar clorose, deformação e queda prematura das acículas, com posterior entortamento do fuste, superbrotação devido à destruição do broto apical e redução do desenvolvimento da planta (Penteado *et al.* 2000). Pode-se observar, ainda, algumas modificações morfológicas próximas ao local de alimentação como: afilamento irregular do tronco, dilatação nodal e rompimento da casca, todos eles contribuindo para a redução do valor econômico da madeira (Kidd 1988).

Zaleski (2005) verificou, em casa de vegetação, que o diâmetro do colo de mudas com 90 dias de *P. taeda* foi reduzido em até 16% com 21-50 afídeos/muda e a altura foi reduzida em até 32%, em mudas de 150 dias, com 11-20 afídeos/muda. Estes resultados concordam com os obtidos por Fox & Griffith (1977), que em um estudo na Carolina do Sul, EUA, também observaram uma redução significativa no crescimento em diâmetro e altura de *P. taeda* infestado por estes afídeos em casa de vegetação.

Os ataques mais intensos deste afídeo em plantios de *P. taeda* e com danos mais significativos são registrados, segundo Iede (2003), usualmente, em

árvores mais jovens ou em viveiros.

O excesso de seiva sugada por esses insetos é composta basicamente de açúcares que não foram absorvidos pelo organismo do inseto, compondo assim o produto *honeydew*, que é eliminado em grande quantidade pelo ânus. Este produto fornece um meio de cultura para o crescimento de um fungo (fumagina) de coloração escura, que cobre os ramos e as acículas reduzindo a área fotossintética e dificultando os processos de respiração e transpiração da planta, interferindo, assim, no seu desenvolvimento (Iede 2003).

Estes afídeos geralmente mantêm uma relação de mutualismo com formigas, as quais são atraídas pelo *honeydew*. Os afídeos são beneficiados pelas formigas que deixam a colônia limpa dos depósitos desta tal substância açucarada e os protegem contra ataques de inimigos naturais (Kidd 1988).

#### **2.4. Inimigos Naturais de *Cinara atlantica***

Por se tratar de uma praga exótica, as espécies de *Cinara* apresentam alto potencial para se tornarem pragas, uma vez que há grandes extensões de áreas plantadas com *Pinus* no Brasil. Portanto, para o controle deste afídeo têm-se procurado agentes de controle biológico, pois outras formas de supressão desses insetos não são ecologicamente e economicamente viáveis (Penteado *et al.* 2000).

O controle biológico, quando praticado corretamente, segundo Hoddle (2002), representa um esforço científico que altera a estrutura da comunidade através da manipulação deliberada de organismos de níveis tróficos superiores que usam as pragas como recursos. Além de atuar de forma harmoniosa com o meio ambiente, é um método muito eficiente, principalmente quando associado a outras

medidas de controle. O controle biológico é ainda considerado por muitos autores como a melhor medida para a supressão de insetos em espécies florestais, pois este beneficia indiretamente a vida selvagem nativa (Oliveira *et al.* 2003).

Frazer (1988) relata que os afídeos são atacados por um grupo de predadores que incluem larvas e adultos de Coccinellidae (Coleoptera), larvas de Syrphidae (Diptera), e larvas e adultos de Chrysopidae (Neuroptera). Entre os insetos predadores mais generalistas, enquadram-se coleópteros adultos das famílias Cantharidae e Carabidae, larvas e adultos da família Staphylinidae, larvas e adultos de Hymenoptera pertencentes às famílias Vespidae, Formicidae e Sphecidae, ninfas e adultos de Heteroptera, pertencentes às famílias Nabidae, Anthocoridae e Pentatomidae, além de aranhas, opiliões e aves.

No complexo de inimigos naturais de afídeos, os parasitóides são os mais importantes, principalmente devido à sua alta especificidade, e segundo Iede (2003), o controle biológico com eventuais introduções destes agentes da região de origem da praga, associados com inimigos naturais presentes no ecossistema é uma das estratégias mais eficientes e permanentes do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

No Brasil, em plantios de *Pinus* spp., foi registrada a presença dos predadores pertencentes as famílias Coccinellidae, Chrysopidae e Syrphidae predando as populações de *Cinara* spp., sendo, portanto, considerados potenciais agentes para o uso no controle biológico desses afídeos (Penteado *et al.* 2000; Oliveira 2003; Iede 2003).

Em muitas culturas os fungos entomopatogênicos também são considerados importantes agentes de controle natural de diversas espécies de afídeos. Frequentemente, essas doenças nas populações de insetos passam despercebidas para a maior parte dos agricultores e técnicos (Alves 1998).

No Brasil, *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* foi constatado causando epizootias no pulgão-gigante-do-pinus primeiramente no município de Lages, SC, mostrando grande potencial para supressão destes afídeos (Penteado *et al.* 2001). O mesmo foi observado no estado de São Paulo por Loureiro *et al.* (2004).

Segundo Degrande *et al.* (2003), quando as populações de inimigos naturais e insetos-praga estão em equilíbrio, geralmente, o dano causado pelas pragas fica abaixo do nível de dano econômico.

#### **2.4.1. Parasitóides de *Cinara atlantica***

Os afídeos da família Lachninae são atacados por parasitóides monófagos da família Braconidae. Pike *et al.* (2000) realizaram um levantamento das espécies de afídeos, seus hospedeiros e parasitóides, no noroeste dos Estados Unidos, relacionando as seguintes espécies de parasitóides associados com o gênero *Cinara*: *Pauesia juniperaphidis*; *P. pahtonis*; *P. ponderosaecola*; *P. pseudotsuga*; *P. bicolor*; *P. ahtanumensis*; *Lysiphlebus testaceipes* e *Xenostigmus bifasciatus*.

Kavallieratos *et al.* (2004), em semelhante estudo realizado no sudeste europeu, registraram como parasitóides de *Cinara* spp. as espécies: *P. jezoensis*, *P. silana*, *P. picta*, *P. pini* e *P. cupressobii*.

Os Braconidae constituem a segunda maior família de Hymenoptera, com cerca de 34 subfamílias, 14.890 espécies descritas e 40.000 espécies estimadas, distribuídas pelas diversas regiões do mundo (Achterberg 1988; Wharton *et al.* 1997). Dentre as subfamílias, Aphidiinae destaca-se por apresentar todas as suas espécies endoparasitas solitários de afídeos (Starý 1970).

As formas adultas desses parasitóides são de vida livre e alimentam-se de fluidos vegetais como mel e pólen ou de *honeydew* eliminado pelo hospedeiro, todos estes por sua vez são importantes fontes energéticas e protéicas para a sua sobrevivência (Stary 1970; 1988). Entretanto, o desenvolvimento larval resulta na morte do hospedeiro (Godfray 1994), sendo por isso importantes no controle biológico de insetos praga.

Estas vespas atuam como reguladores naturais das populações dos seus hospedeiros. Sem a ação controladora dos parasitóides, haveria uma explosão nas populações de herbívoros, o que levaria a uma destruição das espécies vegetais por eles consumidas. Isto os torna essenciais para a manutenção do equilíbrio ecológico e uma força que contribui para a diversidade de outros organismos (Lasalle & Gauld 1993; Grissell 1999).

No Brasil, um programa de controle biológico dos pulgões-gigantes-do-pinus, vem sendo desenvolvido pela EMBRAPA Florestas em conjunto com o FUNCEMA (Fundo Nacional de Controle à Vespa da Madeira) e com a EPAGRI (Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina), desde 2001, com a introdução do parasitóide *X. bifasciatus*, originário da costa leste dos Estados Unidos (Reis Filho *et al.* 2004).

Após o período de introdução deste parasitóide, deu-se então a criação massal em laboratório e posteriormente liberação deste inseto em diversas florestas de *Pinus* spp.. Segundo Reis Filho *et al.* (2004), foram realizadas liberações de *X. bifasciatus* em plantios de *Pinus* spp. atacados pelo pulgão-gigante-do-pinus, no Paraná, Santa Catarina e em São Paulo.

#### **2.4.1.1. Características gerais de *Xenostigmus bifasciatus***

Os adultos deste micro-himenóptero têm o hábito de colocar seus ovos em afídeos vivos. A fêmea no seu ato de postura flexiona seu ovopositor por entre as pernas num ângulo de 180° e o introduz no pulgão, depositando apenas um ovo por afídeo. Do ovo então eclode uma larva, a qual inicia a sua alimentação dentro do inseto, matando-o durante o processo. O afídeo morto endurece, formando um casulo duro, a múmia, de coloração marrom claro e com formato arredondado, a mesma muitas vezes permanece presa as acículas ou no próprio galho da planta hospedeira (Penteado *et al.* 2003).

A duração da fase de ovo à formação de múmias é de 8,5 dias à 25°C e de 11,7 dias à 20°C, com um período para a emergência do parasitóide de 5,9 e 8,1 dias nas temperaturas de 25 e 20°C, respectivamente (Oliveira 2006).

A reprodução assexuada destes parasitóides é tipicamente arrenótoca, onde fêmeas não copuladas produzem ovos haplóides que darão origem a machos, e fêmeas que sofreram cópula produzem ovos diplóides dando origem a fêmeas (Starý 1988).

De acordo com Oliveira (2006), o ciclo de vida de *X. bifasciatus* em condições controladas de laboratório tem um período de duração de 23,36 dias e 29,46 nas temperaturas de 25 e 20° C, respectivamente. A longevidade média deste inseto é de 9 dias à 25° C e de 9,7 dias à 20°C.

Oliveira (2006) verificou que o parasitismo de *X. bifasciatus* ocorre em todos os ínstares de *C. atlantica* e também sobre adultos ápteros e alados, sendo esta última forma a mais suscetível.

Registros sobre a dispersão de parasitóides recentemente introduzidos como potenciais agentes de controle biológico, após a sua liberação, podem trazer informações mais seguras quanto a sua capacidade de disseminação. Uma comparação pode ser feita, por exemplo, do local de liberação com a dispersão gradual do parasitóide em anos subseqüentes (Starý, 1970). Um exemplo disto ocorreu com o parasitóide *L. testaceipes* (Cresson), o qual foi liberado na área de Antibes, no mediterrâneo, em 1973 e 1974, e nos 14 anos subseqüentes encontrou-se distribuído por toda Espanha, Portugal, Itália e sul da França (Starý, 1988).

No Brasil, verificou-se a ocorrência do parasitóide *X. bifasciatus* em todas as áreas onde o mesmo foi liberado, e constatou-se que este inseto foi capaz de alcançar em apenas um ano, uma distância de até 80 km dos locais de liberação (Reis Filho *et al.* 2004). Atualmente já existem registros destes insetos desde o sul do estado de Minas Gerais, no município de Camanducaia, até o extremo sul do estado do Rio Grande do Sul, no município de São José do Norte, ambos detectados em 2006. (Iede, comunicação pessoal).

Oliveira (2006) atribui como um dos fatores responsável pelo sucesso desta dispersão o fato de *X. bifasciatus* preferir as formas aladas para parasitar. Possivelmente essa dispersão foi beneficiada pela disseminação desses afídeos alados parasitados, levando consigo as formas imaturas do parasitóide para outros plantios de *Pinus*.

A capacidade de dispersão do *X. bifasciatus*, bem como o seu potencial de parasitismo e a adaptação às condições brasileiras, torna este parasitóide um dos principais agentes de controle biológico do pulgão-gigante-do-pinus, pois, ocorre durante todo o inverno, quando nota-se uma significativa baixa na população de predadores (Reis Filho *et al.* 2004).

## **2.5. Distribuição espacial e amostragem de insetos**

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) caracteriza-se pela preocupação em alterar o meio ambiente o mínimo possível. A partir desse preceito, o controle de pragas de diversas culturas abandonou a dependência exclusiva de inseticidas químicos para adotar sistemas que enfatizam o manejo da população de artrópodes que se inter-relacionam no agroecossistema da cultura. Portanto, o MIP baseia-se na aplicação de princípios ecológicos associados a aspectos econômicos e sociais, ao contrário dos programas tradicionais de controle, que visavam apenas o controle da praga sem preocupar-se com a sustentabilidade do ecossistema.

No contexto do MIP, a tomada de decisão é um aspecto chave e básico sobre a necessidade ou não de alguma ação de controle com base nas populações das pragas e, nas populações dos inimigos naturais. A importância de se entender a dinâmica populacional do inseto para tomadas de decisão, é indispensável como princípio do MIP. É igualmente importante saber se a praga está presente, se ela significa ameaça ao produto e a que nível é fundamental para a tomada de decisão de um programa de manejo.

Assim, considerando-se que o combate às pragas também é um problema de decisão estatística, o conhecimento de uma forma de amostragem rápida e eficiente das pragas e de seus inimigos naturais é fundamental para que o MIP seja desenvolvido satisfatoriamente em qualquer agroecossistema (Rojas 1970).

Segundo Pedigo (1994), a amostragem pode ser definida como o processo de se tomar amostras para fazer inferências sobre a população em estudo. Portanto, insetos são amostrados para determinar várias características da população, tais

como a densidade ou o número de espécies que ocupam certa área, a dispersão ou a distribuição dos indivíduos no espaço, mudanças nas taxas de natalidade e mortalidade, número relativo de vários estágios dos insetos e mudanças em seu número, ao longo do tempo (Subramanyam & Hagstrum 1996). Tais informações podem ser utilizadas para prever tendências populacionais no futuro e avaliar danos potenciais (Pedigo 1994).

Para um programa de monitoramento de uma praga é necessário que se desenvolva um plano de amostragem, e que este processo seja fundamentado em princípios básicos de estatística e no conhecimento da distribuição espacial, do ciclo de vida e do comportamento do inseto, pois não existe um método de amostragem universal para avaliar insetos (Southwood 1978).

O padrão de distribuição espacial influencia a dinâmica das populações, podendo ocorrer diferenças no impacto de diversos agentes em função das variações espaciais entre os indivíduos (Hails & Lawton 1983; Hassel 1987).

Para Taylor (1984), a disposição dos organismos no espaço é uma característica ecológica da espécie, resultante do nascimento, morte e migração de indivíduos. Portanto, o conhecimento da distribuição dos insetos é fundamental para a utilização de métodos de controle, determinação de danos econômicos, incorporação da dinâmica espacial dentro do modelo populacional e otimização de técnicas de amostragens (Croft & Hoyt 1983).

De acordo com Taylor (1984), três tipos básicos de distribuição descrevem os arranjos espaciais ocupados pelos organismos na natureza: disposição ao acaso ou aleatória, quando a distribuição dos organismos ocorre de maneira inteiramente casualizada (seguem um modelo probabilístico de Poisson, onde a variância e a média são iguais). Essa distribuição teórica tem como hipótese que todos os

indivíduos têm a mesma probabilidade de ocupar um lugar qualquer no espaço e que a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro (Green 1966; Southwood 1978); agregada ou contagiosa, quando os organismos tendem a se reunir em grupos (seguem um modelo probabilístico binomial negativo, caracterizado por apresentar a variância maior que a média). Essa distribuição tem como hipótese que a presença de um indivíduo aumenta a probabilidade de ocorrência de indivíduos nas plantas vizinhas (Barbosa & Perecin 1982); e regular ou uniforme, quando os organismos estão uniformemente distribuídos em uma população (seguem um modelo probabilístico binomial positivo, onde a variância é menor que a média) (Rabinovich 1980).

Para cada tipo de distribuição, há uma variação na metodologia para estabelecimento do plano, em função dos diferentes parâmetros envolvidos. A distribuição espacial dos insetos depende da unidade amostral, do comportamento da espécie e do tipo de avaliação que é feita (Barbosa 1992).

Alguns fatores como mudança climática, alimento disponível, ação de inimigos naturais e aplicação de inseticidas podem interferir, ao menos por um determinado período, no padrão de distribuição espacial da espécie, ou às vezes, interferir somente na densidade populacional das pragas (Young & Young 1998). Estes autores afirmam também que o padrão de distribuição de uma praga pode variar ao longo do tempo, sendo que no início da colonização na cultura a tendência é se ajustar à série de Poisson (aleatória), evoluindo para uma distribuição binomial negativa (agregada), raramente atingindo a distribuição binomial positiva (regular).

Segundo Waters (1959), a maioria dos insetos não se distribui ao acaso no habitat, tendo em vista que poucos ambientes são homogêneos e que os fatores

etológicos que determinam a sua distribuição são específicos. A tendência geral é a distribuição agregada da população nos ambientes naturais (Southwood 1978).

Conforme Kuno (1991), o primeiro passo a ser tomado quando se almeja o estudo da distribuição de um determinado inseto no espaço é dividir a área de estudo em várias unidades ou quadrados de mesmo tamanho e, posteriormente, descrever o modelo com uma distribuição de frequências dos indivíduos observados (Poisson, Binomial Positiva e Negativa).

A escolha da unidade amostral adequada e o número de unidades amostrais necessárias devem ser determinados com base em estudos criteriosos e nos conhecimentos biológicos e comportamentais do inseto (Barbosa 1992).

Para estudar o modelo de distribuição dos insetos no espaço são utilizados vários índices de agregação ou dispersão, cuja aplicação é imprescindível em estudos ecológicos ou métodos de amostragem, porém cada um apresenta suas limitações (Green 1966).

De acordo com Rabinovich (1980), é necessário que mais de um índice seja estudado antes de se inferir a respeito da distribuição de um determinado organismo. O índice razão variância média é o mais comum, também chamado índice de dispersão  $I$ , compreende a relação entre a variância e a média, servindo para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade. O índice de Morisita ( $I\delta$ ), que é um método muito utilizado, tem a vantagem de ser relativamente independente do tipo de distribuição e do número de unidades amostrais (Morisita 1959). O expoente  $k$  da distribuição binomial negativa é um indicador da agregação de artrópodes, quando os dados se ajustam à distribuição binomial negativa (Elliott 1979). Outro índice muito utilizado em inúmeros trabalhos é a Lei de Potência de Taylor, que mede a razão entre a variância e a média aritmética (Taylor 1984). Este

índice é recomendado quando se procura a melhor representação mediante um indicador de agregação. Segundo Taylor (1961) a variância e a média tendem a aumentar juntas, obedecendo a uma lei de potência expressa por  $s^2 = am^b$ , onde os coeficientes **a** e **b**, são conhecidos como coeficientes de Taylor, e fornecem estimativas do padrão de agregação do inseto. Taylor (1965) cita que o coeficiente **a** é conhecido como fator de amostragem, sendo afetado, principalmente pelo tamanho da amostra, e o coeficiente **b** é conhecido como índice de agregação, sendo característico e constante para cada espécie.

São vários os trabalhos relatando a distribuição espacial de afídeos, tripses, besouros, mosca-branca, lepidópteros em várias culturas, fazendo uso de modelos como a lei de Potência de Taylor, Índice de dispersão de Morisita, índice de dispersão *I* ou expoente *k* obtido pela distribuição binomial negativa (Feng *et al.* 1993; Naranjo & Flint 1994; Farias *et al.* 2001; Bandenhaussen & Lerin 1999).

Após a definição do modelo de distribuição espacial do inseto no campo, as etapas subseqüentes para o desenvolvimento de um plano de amostragem são: determinação do tamanho da unidade amostral, do número de amostras necessárias para estimar a população real com a precisão desejada e como as amostras serão tomadas na área (Bianco 1995).

Os fatores que podem interferir na eficiência de uma amostragem são: a distribuição espacial dos indivíduos, a variação populacional no tempo, os efeitos provocados por diferentes dispositivos de coleta e a subjetividade do amostrador (Rabinovich 1980). Deve-se ainda considerar a questão econômica, pois nenhum plano de amostragem, por mais eficiente que seja, será aceito se não for economicamente viável (Sterling *et al.* 1983; Wilson *et al.* 1989). Além disso, a

amostragem deve ser rápida e de fácil execução (Flint & van den Bosch 1981; Régniere *et al.* 1988).

Dois tipos de amostragem são os mais utilizados: a amostragem simples ou convencional e a amostragem seqüencial.

A amostragem simples ou convencional, segundo Pedigo (1988), representa um importante instrumento na tomada de decisão no controle de pragas, por configurarem o ponto inicial de geração de sistemas nos programas de MIP. Permite, ainda, a determinação do prejuízo econômico e a escolha da melhor unidade e técnica amostral, além de servir como padrão de validação dos planos seqüenciais (Nault & Kennedy 1996; Gusmão 2000). A amostragem convencional caracteriza-se, principalmente, por apresentar um número fixo de observações e uma precisão pré-estabelecida, determinado antes de se iniciar o procedimento de amostragem, e os resultados são avaliados após o seu término. Normalmente, utiliza-se uma precisão pré-estabelecida entre 10% de erro da média para estudos bioecológicos e 25% para tomadas de decisão de controlar ou não uma praga (Rabinovich 1980). Entretanto, em tal método, o tempo necessário para a realização de uma amostragem mesmo com 25% de erro, em certas situações, pode tornar inviável a sua aplicação prática (Bianco 1995; Burkness *et al.* 1999). Por isso, às vezes são preteridos e as decisões de controlar ou não a praga são tomadas de forma empírica (Bianco 1995).

A amostragem seqüencial é um método estatístico caracterizado pelo fato do número de observações não ser fixado antes de se conduzir o experimento. Neste tipo de amostragem, pode-se classificar rapidamente a população do organismo tratado em grandes categorias como baixa, média ou alta, ou ainda indicar se é necessário adotar alguma medida de controle ou não. O tamanho da

amostra não é constante (Kogan & Herzog 1980). A decisão de terminar a amostragem e tomar uma decisão de controle depende, em cada etapa, dos resultados obtidos até então e, por este motivo, a amostragem seqüencial requer em média amostras com um terço ou menos, do tamanho que seria utilizado com a amostragem de tamanho fixo (convencional), evitando-se assim uma amostragem excessiva, o que resulta em economia de tempo e esforço, o que constitui a principal vantagem da amostragem seqüencial principalmente para pragas que são difíceis de serem quantificadas (Wilson & Room 1983). Assim, as informações parciais fornecidas pela amostragem são levadas em conta, o que não ocorre com os métodos não seqüenciais (Barbosa 1992).

A amostragem seqüencial é viável, segundo Waters (1959), quando: a população está reunida na área delimitada pela cultura; a avaliação das unidades amostrais, ou seja, a contagem do número de insetos ou a verificação de existência, ou não de danos, é feita imediatamente, sem necessitar de análises de laboratório ou de outro processo que possa levar algum tempo, e quando não se está interessado em conhecer o parâmetro da infestação, mas somente se a infestação atinge determinado nível, e a partir de qual nível é necessária à adoção de alguma medida de controle.

Para desenvolver planos de amostragem seqüencial, duas metodologias têm sido muito utilizadas. O teste seqüencial da razão de probabilidades de Wald (Wald 1945; 1947) e o intervalo de confiança de Iwao (Iwao 1975).

O teste seqüencial da razão de probabilidades (TSRP) desenvolvido por Wald em 1943, durante a II Guerra Mundial, teve seu uso extensivo em estudos entomológicos a partir da década de 50, intensificando-se a partir dos anos 70. Este teste baseia-se na Curva Característica Operacional, que fornece a proteção que o

plano oferece contra decisões erradas e está estreitamente relacionada com o poder do teste; e na Curva do Número Médio de Unidades Amostrais a qual apresenta o tamanho médio necessário de amostras para tomar uma decisão (Wald 1945; 1947).

Iwao (1975) propôs uma metodologia que independe do modelo probabilístico que descreve a distribuição da praga. Apoiando-se no teorema do limite central, a metodologia consiste em adaptar um intervalo de confiança em torno da média (nível de controle), gerando duas curvas divergentes, chamadas linhas de decisão do plano. Esse intervalo de confiança tem sido construído geralmente fazendo-se uso da lei da potência de Taylor, que expressa a relação existente entre a variância e a média em diferentes níveis de infestação da praga (Maiteki & Lamb 1987; Shelton *et al.* 1987). Essa metodologia foi utilizada por Boivin & Sauriol (1984) para o monitoramento de *Botrytis squamosa* (Walter) em cebola, por Bearzoti & Aquino (1994) para o bicho-mineiro *Perileuoptera coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) e por Scorza Jr., Aquino & Bueno (1996) para *Therioaphis trifolii* (Monell, 1882). A principal contra-indicação do uso do intervalo de confiança de Iwao está relacionada à falta de conhecimento dos erros que podem ser cometidos através de sua aplicação. Um relato sobre este aspecto relacionado à metodologia de Iwao pode ser encontrado em Nyrop & Simmons (1984).

Outro aspecto a ser considerado na utilização da amostragem seqüencial é o modelo de caminhamento para a realização das inspeções, o qual deverá sempre considerar a distância percorrida e o tempo despendido, além de propiciar a máxima cobertura da área (Fernandes 1987).

Planos de amostragem seqüencial podem, portanto, ser considerados instrumentos valiosos quando já se dispõe de conhecimentos básicos sobre as populações das pragas e de seus inimigos naturais, incluindo estudos sobre

comportamento e definição dos níveis de controle e de segurança, entre outros requisitos necessários ao desenvolvimento desses planos (Waters 1955).

Como desvantagem deste tipo de amostragem pode-se citar, quando utiliza-se a metodologia desenvolvida por Wald, à necessidade de se conhecer a distribuição espacial dos insetos e o grande número de amostras necessárias quando a população se encontra em nível intermediário. O problema básico é a dificuldade de obtenção do valor  $k$  ( $k$  comum) da distribuição binomial negativa que melhor descreve a contagem dos insetos.

A complexidade matemática da amostragem seqüencial tem inibido o seu uso em entomologia. As explicações na literatura são matemáticas e bastante complicadas para o leitor que não é matemático. Há uma tendência de cada texto incluir variações de símbolos e de fórmulas comuns, omitindo ao mesmo tempo informações importantes que devem ser exploradas.

Nos casos em que as populações dos insetos são difíceis de serem quantificadas, o método que vem ocupando espaço importante na amostragem de pragas, nos últimos anos, é a amostragem seqüencial binomial de presença-ausência (Wilson & Room 1983; Binns & Nyrop 1992). Segundo Ingram & Green (1972), este método leva em conta apenas se o indivíduo está ou não presente na planta, independente da quantidade. O modelo utiliza a relação existente entre a proporção de unidades amostrais que contém o inseto e o número médio deles por unidade de amostra. Segundo Bechinski & Stoltz (1985) as principais vantagens da amostragem de presença-ausência são a facilidade e, principalmente, rapidez na execução da amostragem.

Barbosa (1982) cita a amostragem binomial como sendo a mais indicada para descrever a proporção de plantas atacadas pela lagarta *Spodoptera frugiperda*

na cultura do milho, concordando com Elliott *et al.* (1990), que enfatizam que métodos binomiais reduzem grandemente a quantidade de tempo gasto para a tomada de decisão contra os afídeos de cereais, quando comparado com outros métodos de amostragem. Nyrop & Binns (1992) utilizaram esse método para avaliar pulgões no trigo e desenvolveram um software, que calcula as linhas de decisão, as curvas operacionais e o número médio de amostras a serem tomadas na área em estudo.

## **2.6. Tamanho da amostra e precisão**

Quando se elabora um plano de amostragem, é necessário que se determine o tamanho ou o número de unidades amostrais e como estas serão distribuídas na área (ao acaso, estratificada ao acaso ou sistemática), pois este procedimento está diretamente ligado à redução no custo e no tempo de realização do plano (Rabinovich 1980; Day *et al.* 1993).

Dois aspectos devem ser analisados ao se estabelecer um plano de amostragem: a acurácia e a precisão. O primeiro reflete quanto o resultado obtido se aproxima da população real presente na área, enquanto o segundo refere-se à constância da variação, que permite estimar o erro da amostragem. O nível de acurácia exigido varia em função do propósito da amostragem (Day *et al.* 1993). Elevada acurácia é necessária quando o objetivo é estimar a população em um trabalho científico. Em contrapartida, se o objetivo é a tomada de decisão em programas de MIP, deve-se buscar um equilíbrio entre o nível de precisão do plano de amostragem e o seu custo (Pieters & Sterling 1973). Portanto, o plano de

amostragem deve ser economicamente executável e os resultados que ele proporciona estatisticamente confiáveis (Norris *et al.* 2001).

A quantidade de amostras necessárias para avaliar a densidade populacional ou os danos provocados pelos insetos, é calculada, geralmente, com base na variância ( $s^2$ ) e na média ( $m$ ), obtidas a partir de uma amostragem prévia. Essa quantidade de amostras depende fundamentalmente do nível de precisão desejado, que é definido em função dos objetivos da amostragem (Karandinos 1976).

Karandinos (1976) descreve a fórmula geral para calcular o número de amostras pode ser assim descrita como:  $n = s^2 / (D \cdot m)^2$ , onde  $s^2$  = variância,  $m$  = média, e  $D$  = precisão relativa.

No caso de se utilizar o intervalo de confiança da média, acrescenta-se o valor de "t" de student, com  $n-1$  graus de liberdade, nas fórmulas anteriores, conforme proposto por Karandinos (1976), obtendo a fórmula geral:  $n = t^2 \cdot s^2 / (D \cdot m)^2$ .

Mesmo que níveis de densidade populacional intermediários exijam grandes amostras, seria conveniente a adoção de planos de amostragem seqüenciais, cuja aplicação resulta em uma redução no tempo e custo da amostragem em relação à amostragem convencional (Sterling 1975).

Wright *et al.* (1990) afirmaram que uma das vantagens do método de amostragem seqüencial é a necessidade de um menor número de observações em relação ao método convencional. Hollingsworth & Gatsonis (1990) recomendam o mínimo de 10 e máximo de 50 unidades amostrais para o plano de amostragem feito para afídeos em batata. Mas, de acordo com Vieira Neto *et al.* (1999), maior número de observações pode ser exigido quando a tomada de decisão é considerada

complicada, enquanto que, nos planos convencionais o número de observações é sempre fixo, para qualquer grau de infestação.

Segundo Bianco (1995), quando a distribuição espacial dos insetos-praga é do tipo aleatório ou regular, o número de unidades amostrais é menor, quando comparado com a distribuição agregada.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização e características da área de estudo**

As áreas experimentais localizavam-se na Fazenda Lageado, pertencente à empresa Arauco Forest Brasil S/A, situada no município de Campo do Tenente região sul do Estado do Paraná, cujas coordenadas geográficas são 26°00'54" de latitude Sul e 49°38'27" de longitude Oeste. O relevo é bastante acidentado, sendo que a sede do município, localizada a cerca de 5 km da Fazenda Lageado, encontra-se a uma altitude média de 802 metros acima do nível do mar.

De acordo com o sistema de classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb (Subtropical úmido mesotérmico), ou seja, temperatura moderada com chuva bem distribuída (média anual 1.500mm), sem estação seca e verão brando. Podem ocorrer geadas severas tanto no inverno como no outono. A temperatura média anual é de 17°C, sendo a média anual das máximas de 21°C, e das mínimas 13°C. A umidade relativa média anual é de 82,5%.

Segundo o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), na região dos campos naturais predominam os cambissolos e os solos litólicos, que apresentam limitações para cultivos agrícolas, tendo sido ocupados pela pecuária até o advento dos incentivos fiscais para projetos de florestamento. Devido às extensas áreas abertas, o pinus tornou-se uma alternativa econômica nesta região.

Os dados meteorológicos utilizados neste estudo foram a temperatura máxima e mínima e precipitação (Anexo 1) e foram obtidos da estação de coletas de

dados junto a sede da Fazenda Lageado, a aproximadamente 10 Km da área experimental.

### **3.2. Instalação dos experimentos**

Para a realização deste estudo foram selecionados ao acaso dentro da Fazenda Lageado, três talhões de *Pinus taeda*, de 6, 12 e 18 meses de idade na data de instalação do experimento (agosto de 2005), cada um com cerca de 4 ha, e espaçamento de 2,5 x 2,5 metros (Figura 1a, b e c). Dentro de cada talhão, foram delimitadas duas parcelas retangulares de aproximadamente 0,5 ha composta por 768 plantas (24 linhas com 32 plantas/linha) (Figura 1d). Para facilitar a localização das parcelas, as mesmas foram demarcadas com quatro piquetes com uma fita plástica de 40 cm de comprimento por 5 cm de largura de cor amarela.

As parcelas foram inseridas em local determinado ao acaso no talhão, distantes, por no mínimo 15 m dos carregadores principais para evitar o “efeito bordadura”.

### **3.3. Determinação da distribuição espacial intra-planta de *Cinara atlantica* e do seu parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades.**

#### **3.3.1. Determinação do número ideal de plantas a serem amostradas**

O dimensionamento da amostra foi definido através da realização de um teste piloto, realizado após a instalação dos experimentos (Anexo 2).

A fórmula utilizada para a determinação do tamanho da amostra é função da precisão desejada na estimativa da média e da variância da variável a ser estimada (Karandinos, 1976), ou seja:

$$n = \frac{t^2 \cdot S^2}{E^2} \text{ sendo;}$$

$n$  = tamanho da amostra;

$t$  = valor da distribuição t de student com  $n-1$  graus de liberdade, a 5% de probabilidade;

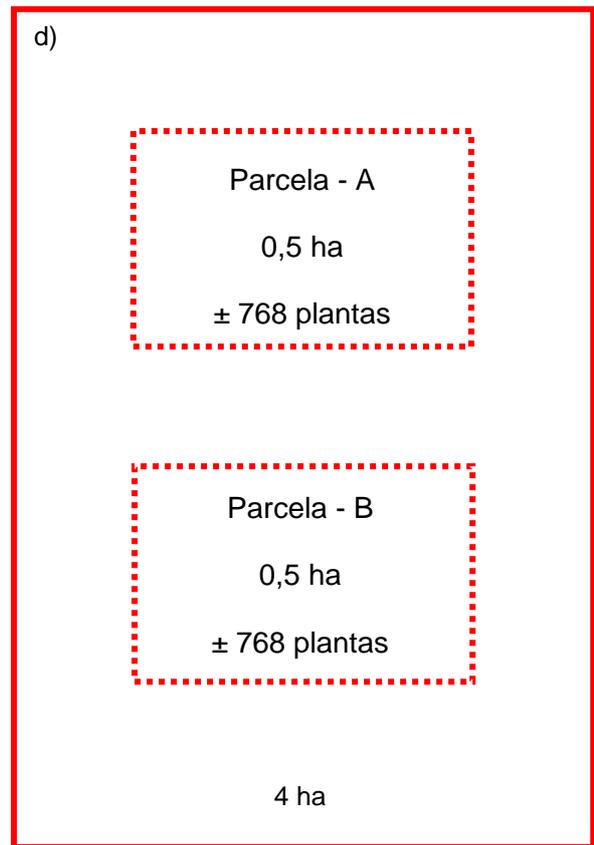
$s^2$  = variância da variável a ser estimada;

$E$  = precisão desejada, expressa como porcentagem da média;

### 3.3.2. Metodologia de avaliação

Para a verificação do padrão de distribuição intra-planta de *C. atlantica* (Figura 2) e de seu parasitóide *X. bifasciatus* (Figura 3) foram avaliadas mensalmente 10 plantas (número de plantas estabelecido após cálculo do número ideal de plantas a serem amostradas, Anexo 02) selecionadas aleatoriamente por parcela (6A, 6B, 12A, 12B, 18A e 18B), estas foram divididas em três estratos: inferior, médio e superior. Foram contados todos os pulgões (ninfas, ápteros e alados) e parasitóides (múmias e adultos) presentes em cada estrato da planta. Simultaneamente, estas plantas foram medidas e suas alturas foram registradas numa ficha de inspeção (Anexo 3 e 4).





**Figura 1.** Plantios de *Pinus taeda*: a) 6 meses; b) 12 meses; c) 18 meses de idade; d) Esquema de instalação dos experimentos; Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006. Fotos: Rodrigo Daniel Ribeiro.

### 3.3.3. Análise dos dados

Os dados foram registrados em planilhas do programa Excel<sup>®</sup> para cada área, para posteriormente serem representados graficamente.

Para a determinação da melhor região da planta para avaliação dos insetos, utilizou-se Análise de Variância (ANOVA) e o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para a verificação se diferentes estratos da planta influenciam a estimativa da densidade populacional dos afídeos.

O teste  $F$  foi usado para verificar se existe diferença entre os tratamentos (estratos), comparando-se as variâncias. Se o valor calculado de  $F$  for significativamente maior que o  $F$  tabelado a 5% de probabilidade, devemos concluir que os efeitos dos tratamentos diferem entre si a esse nível de probabilidade, e essas diferenças não devem ser atribuídas ao acaso, mas sim aos efeitos dos tratamentos testados, com um grau de confiança de 95%.



**Figura 2.** Adulto de *Cinara atlantica* em mudas de *Pinus taeda*. Colombo, PR; 2004. Foto: Francisco Santana.



**Figura 3.** Adulto macho de *Xenostigmus bifasciatus* recém emergido de múmias de *Cinara atlantica*. Colombo, PR; 2004. Foto: Francisco Santana.

### **3.4. Determinação da distribuição espacial inter-plantas de *Cinara atlantica* e do parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades.**

#### **3.4.1. Metodologia de avaliação**

Para a determinação da distribuição espacial inter-plantas de *C. atlantica* e do seu parasitóide *X. bifasciatus*, nas parcelas denominadas de 6A, 6B, 12A, 12B, 18A e 18B, mensalmente, de agosto de 2005 a julho de 2006, foram avaliadas e mapeadas todas as plantas (censo), observando e registrando a presença ou ausência de pulgões e do parasitóide em ficha de inspeção (Anexo 3).

### 3.4.2. Análise dos dados

Os dados provenientes das amostragens foram registrados em planilhas do programa Excel<sup>®</sup> e posteriormente o modelo de distribuição espacial do pulgão-gigante-do-pinus, *C. atlantica*, e do parasitóide *X. bifasciatus*, foi determinado utilizando os seguintes índices de dispersão:

#### 3.4.2.1. Índices de dispersão

##### a) Razão variância/média ou Índice de dispersão *I*:

Este índice é dado por:

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}}$$
 sendo;

$s^2$  = variância amostral

$\hat{m}$  = média amostral

Neste índice, como critério de distribuição espacial, segundo Li & Fitzpatrick (1997), tem se:

$I = 1$  – Distribuição aleatória ou ao acaso

$I > 1$  – Distribuição agregada

$I < 1$  – Distribuição regular ou uniforme

O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão:

$$X^2 = I.(n-1) \text{ sendo;}$$

$I$  = valor do índice de dispersão  $I$

$n$  = número total de unidades amostrais

O teste de afastamento da aleatoriedade consiste em rejeitar a aleatoriedade se:

$$X^2 = I.(n-1) > \chi_{(n-1),\alpha}^2$$

### **b) Índice de Dispersão de Morisita ( $I\delta$ )**

Morisita (1959, 1962) desenvolveu a seguinte fórmula:

$$I\delta = n \cdot \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \text{ sendo;}$$

$n$  = número total de unidades amostrais

$\sum x$  = somatório do número de indivíduos nas amostras

Neste índice, como critério de distribuição espacial, segundo Krebs (1989), tem-se:

$I\delta = 1$  – Distribuição aleatória ou ao acaso

$I\delta > 1$  – Distribuição agregada

$I\delta < 1$  – Distribuição regular ou uniforme

O afastamento da aleatoriedade foi testado pela expressão:

$$X_{\delta}^2 = I\delta \cdot (\sum x - 1) + n - \sum x$$

$I\delta$  = Índice de dispersão de Morisita

$n$  = número total de unidades amostrais

$\sum x$  = somatório do número de indivíduos nas amostras

Se  $X_{\delta}^2 > \chi_{(n-1)gl, \alpha}^2$

Rejeita-se a hipótese de aleatoriedade da distribuição.

### c) Coeficiente de Green ( $C_x$ ):

Segundo Green (1966) este coeficiente é dado por:

$$C_x = \frac{(s^2 - \hat{m})^{-1}}{\sum x - 1} \text{ sendo;}$$

$s^2$  = variância amostral

$\hat{m}$  = média amostral

$\sum x$  = somatório do número de indivíduos nas amostras

Neste índice, como critério de distribuição espacial, segundo Davis (1993), tem-se:

$C_x = 0$  – Distribuição aleatória ou ao acaso

$C_x > 0$  – Distribuição agregada

$C_x < 0$  – Distribuição regular ou uniforme

O afastamento da aleatoriedade foi testado pela expressão:

$$Cx_{(1-\alpha)} = \left[ \chi_{(n-1)}^2 / (n-1) - 1 \right] / (n \cdot \hat{m} - 1) \text{ sendo;}$$

$\chi_{(1-\alpha)}^2$  = valor do qui-quadrado com n-1 graus de liberdade e um nível  $\alpha$  de

significância

$n$  = número total de unidades amostrais

$\hat{m}$  = média amostral

Quando  $C_x$  é superior ao valor de  $Cx_{(1-\alpha)}$ , rejeita-se a aleatoriedade (Davis 1993)

#### **d) Expoente $k$ da distribuição binomial negativa:**

Este parâmetro foi calculado pelos métodos dos momentos e da máxima verossimilhança.

A estimativa de  $k$  pelo método dos momentos foi obtida de acordo com Anscombe (1949), igualando-se os dois primeiros momentos da distribuição às suas estimativas amostrais, resultando na seguinte expressão:

$$\hat{k} = \frac{\hat{m}^2}{s^2 - \hat{m}}$$

$s^2$  = variância amostral

$\hat{m}$  = média amostral

A estimativa pelo método da máxima verossimilhança foi calculada de acordo com Bliss e Fisher (1953), obtendo-se o valor de  $k$  que iguala os dois membros da equação através da expressão:

$$N \cdot \ln \left( 1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}} \right) = \sum_{x=0}^{\infty} \left( \frac{A_x}{\hat{k} + x} \right) \text{ sendo;}$$

$N$  = número total de unidades amostrais

$\ln$  = logaritmo neperiano

$\hat{m}$  = média amostral

$\hat{k}$  = estimativa de  $k$

$A_{(x)}$  = a soma das freqüências de valores maiores que  $x$

Neste índice, como critério de distribuição espacial, segundo Southwood (1978) e Elliott (1979), tem-se:

$k < 2$  e positivo – Distribuição altamente agregada

$k$  de 2 a 8 – Distribuição moderadamente agregada

$k > 8$  – Distribuição aleatória ou ao acaso

$k < 0$  – Distribuição regular ou uniforme

Para a utilização destes índices, as parcelas foram subdivididas em 48 unidades amostrais de 10 x 10 metros, com 16 plantas cada.

Mapas com as posições das plantas colonizadas por *C. atlantica* e pelo seu parasitóide *X. bifasciatus* no espaço, foram confeccionados com os dados reais obtidos nos experimentos, com o propósito de identificar o tipo de distribuição espacial dos mesmos (Anexo 7).

#### **3.4.2.2. Distribuições de probabilidade**

Foram testados os ajustes das distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa através das seguintes expressões conforme descritos por Davis (1993):

##### **a) Distribuição de Poisson:**

A distribuição de Poisson caracteriza-se por apresentar variância igual a média ( $\sigma^2 = \mu$ ), sendo estimada por  $s^2$  (variância) e  $\hat{m}$  (média).

As fórmulas recorrentes para cálculo da série de probabilidades são (Johnson & Kotz 1969):

$$P(0) = e^{-\hat{m}}$$

$$P(x) = \frac{\hat{m}}{x} \cdot P(x-1) \quad x = 1, 2, 3, \dots, \alpha$$

Onde,

$P(x)$  = probabilidade de encontrar  $x$  indivíduos em uma unidade amostral

$e$  = base do logaritmo neperiano (2,718282...)

$\hat{m}$  = média amostral

## b) Distribuição Binomial Positiva

A distribuição binomial positiva, ou simplesmente binomial, caracteriza-se por apresentar variância menor que a média ( $\sigma^2 < \mu$ ).

A função probabilística é apresentada por Johnson & Kotz (1969):

$$P(x) = \frac{k!}{x!(k-x)!} \cdot p^x \cdot q^{(k-x)}$$

Onde  $k$  é um número inteiro e positivo e  $x$  é o número de vezes que o evento ocorre. As fórmulas de recorrência para calcular as probabilidades de  $x$  ocorrências são:

$$P(0) = q^k$$

$$P(X) = \frac{p}{q} \cdot \frac{(k-x+1)}{x} \cdot P(x-1) \quad x = 1, 2, 3, \dots, k$$

Onde,

$p$  = probabilidade da planta ser atacada pela praga.

$q$  = probabilidade da planta não ser atacada pela praga.

$k$  = número máximo de plantas atacadas que a unidade amostral poderá conter

### c) Distribuição Binomial Negativa

Essa distribuição se caracteriza por apresentar variância maior que a média ( $\sigma^2 > \mu$ ), e possui dois parâmetros, a média ( $\mu$ ) e o expoente  $k$ .

As probabilidades são calculadas pelas fórmulas dadas por Johnson & Kotz (1969):

$$P(0) = \left( 1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}} \right)^{-\hat{k}}$$

$$P(x) = \frac{\hat{k} + x - 1}{x} \cdot \left( \frac{\hat{m}}{\hat{m} + \hat{k}} \right) \cdot P(x-1) \quad x = 1, 2, 3, \dots, \alpha$$

$\hat{k}$  = expoente  $k$  obtido pelo método da máxima verossimilhança

As freqüências esperadas nestes três modelos foram calculadas multiplicando-se as probabilidades correspondentes pelo número total de unidades amostrais que no caso da presente pesquisa, o número total de unidades amostrais foi de 48 (Krebs 1989).

Para testar o ajuste dos dados a cada uma das distribuições de probabilidade, foi utilizado o teste de aderência de qui-quadrado, que consiste em comparar as freqüências observadas com as freqüências esperadas. O valor da estatística do teste é dado pela seguinte expressão:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{N_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i} \text{ sendo,}$$

$N_c$  = número de classes da distribuição de freqüências

$FO_i$  = freqüência observada na i-ésima classe

$FE_i$  = freqüência esperada na i-ésima classe

O número de graus de liberdade associado à estatística  $X^2$  é dado por:

$$G.L = N_c - N_p - 1$$

Onde,

$N_c$  = número de classes de distribuição de freqüências

$N_p$  = número de parâmetros estimados na amostra

O valor de  $X^2$  foi comparado com o valor de  $\chi^2_{(N_c - N_p - 1, g.l., \alpha = 0,05)}$ . Se  $X^2 \geq$

$\chi^2_{(N_c - N_p - 1, g.l., \alpha = 0,05)}$ , rejeita-se o ajuste à distribuição estudada.

### 3.5. Construção dos planos de amostragem seqüencial

Como a variável que está sendo avaliada, a princípio, é a porcentagem de árvores atacadas, os parâmetros da distribuição binomial podem ser utilizados, na grande maioria das vezes, no dimensionamento da amostra (Snedecor & Cochran 1978).

Os procedimentos teóricos foram baseados em Penteado *et al.* (1993).

Tomando-se por base o intervalo de confiança, tem-se:

$$IC = p \pm z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Onde:

p = proporção de insetos parasitados ou de árvores atacadas;

z = valor obtido na tabela de distribuição de freqüência acumulada normal;

n = número de insetos ou árvores amostrados.

O valor de z obtido na tabela de distribuição de freqüência acumulada dependerá do nível de confiança desejado para a estimativa. Esta condição pode ser verificada calculando-se a média,  $\mu = np$  e o desvio padrão,  $\sigma = \sqrt{npq}$ . A aproximação será considerada boa se o intervalo  $\mu \pm 2\sigma$ , que abrange 90% dos pontos, estiver contido entre os limites atingidos pela distribuição binomial, zero e n (Mendenhall 1979).

O erro tolerável ( $E$ ) para a estimativa do percentual de árvores atacadas ( $p$ ) deve ser igual á diferença entre a média e um dos seus limites fiduciais, ou seja:

$$E = z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

O erro tolerável ( $E$ ) para a estimativa do percentual de árvores atacadas ( $p$ ), deverá ser pré-estabelecido, em função de percentuais fixos ou em função de percentuais do valor de  $p$ . O cálculo de  $n$  é obtido através da seguinte expressão:

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{E^2}$$

No presente trabalho, considerou-se um erro tolerável ( $E$ ) de 10%, e o valor de  $Z$  a 90%, para percentuais de árvores atacadas de 70 a 10%. Nos níveis inferiores a 10%, o tamanho da amostra foi fixado.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

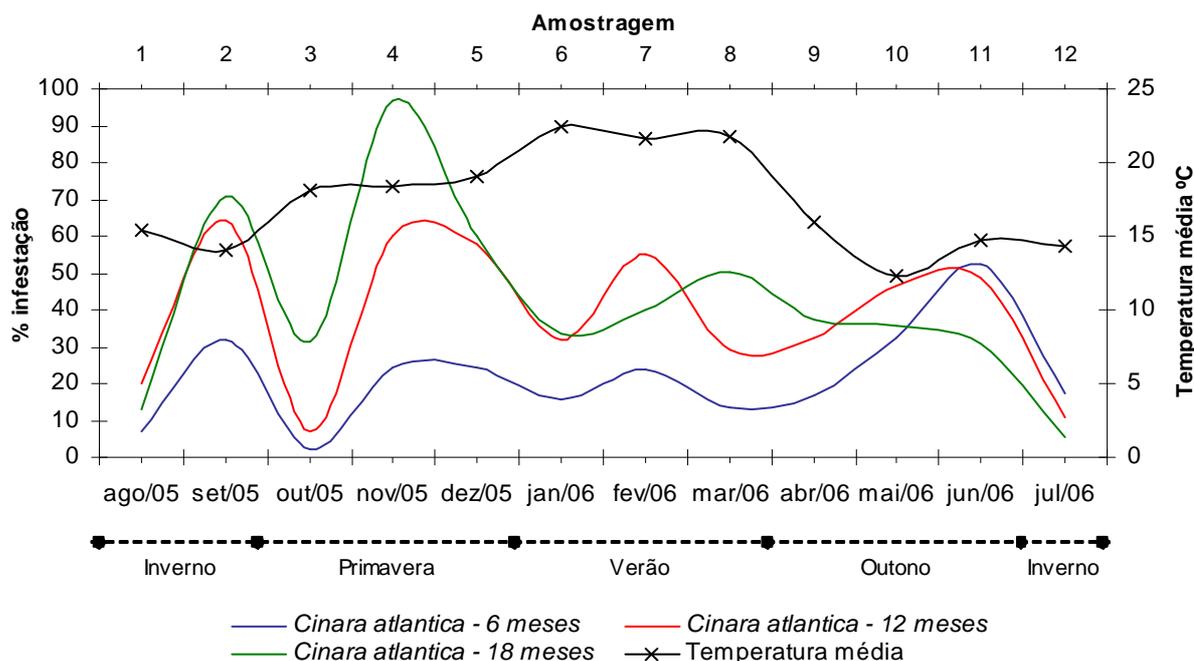
### 4.1. Porcentagem de plantas atacadas por *Cinara atlantica* associada ao seu parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades.

Avaliando-se o número de plantas atacadas, pode-se depreender que *C. atlantica* apresentou elevados índices de infestação nas áreas amostrais durante o período de avaliação (Figura 4, Anexo 5). Os níveis de infestação chegaram a 52,50%, 64,50% e 97% de plantas atacadas com pelo menos um pulgão nos plantios de 6, 12 e 18 meses de idade, respectivamente. Foram observadas, ainda, variações acentuadas no número total de plantas atacadas nas áreas amostradas, o que reflete as oscilações populacionais comumente esperadas para a espécie ao longo do ano.

Nos plantios de 6 meses de idade, as taxas de infestação destes insetos foram observadas durante todos os meses de avaliação, com acentuada concentração na 2ª (32%), 10ª (32,5%) e na 11ª (52,50%) amostragens. As menores porcentagens de árvores atacadas foram registradas na 1ª (6,90%) e 3ª (2,15%) amostragens, podendo estar relacionadas com altos índices pluviométricos registrados no local, 158,50 e 240,30 mm, respectivamente, nesses períodos (Anexo 1). Nestes plantios, pôde-se observar os menores índices de plantas atacadas em relação as demais idades, podendo estar relacionados com o estado nutricional das plantas associados à pequena arquitetura existente em plantas mais jovens.

De certa forma, as menores taxas de plantas atacadas observadas nestes locais, podem ser justificadas por afirmativa de Dixon (1987) e Queiroz (2005), onde

a qualidade da planta é essencial para a escolha e sobrevivência dos afídeos, levando em consideração fatores como a idade das plantas, composição química da seiva, qualidade da superfície do local de alimentação e a estrutura anatômica da planta. Estes fatores são as principais referências que uma planta passa para os afídeos que estão à procura de um novo hospedeiro para se estabelecerem.



**Figura 4.** Porcentagem de plantas infestadas por *Cinara atlantica* amostradas mensalmente em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades, Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006 (Média das parcelas A e B).

Outro possível motivo para os baixos índices de plantas atacadas nestes locais, pode estar relacionado com a maior incidência de raios solares nos insetos em plantios mais jovens. Além disso, a parte apical dessas plantas ainda não apresenta uma estrutura suficiente para uma cobertura total do solo, propiciando assim temperaturas mais elevadas (Anexo 4). Segundo Ottati (2004), a temperatura até cerca de 40 cm acima do nível do solo é maior que a temperatura do ar. Nas demais áreas estudadas (12 e 18 meses), onde o porte das plantas era superior,

provendo assim um maior sombreamento nestes plantios, os índices de plantas atacadas foram maiores (Figura 4, Anexos 4 e 5).

Nas plantas de 12 meses de idade, os resultados mostraram a ocorrência destes afídeos durante todo o período de avaliação, sendo as maiores taxas de árvores infestadas registradas na 2ª (64,50%) e 4ª (60%) amostragens. Semelhante aos plantios de 6 meses de idade, os menores índices de infestação foram registrados na 1ª (20%) e 3ª (7,25%) amostragens (Figura 4, Anexo 5).

Os picos de infestação foram bem mais evidentes nas plantas de 18 meses de idade, sendo constatada um primeiro pico logo na 2ª data de avaliação (71%). Posteriormente, na 4ª amostragem (nov/2005), a infestação destes insetos atingiu o seu acme, com quase 100% de plantas atacadas (Figura 4, Anexo 5). Neste período, estes insetos apresentavam-se distribuídos de maneira regular na área de plantio, haja vista a alta porcentagem de infestação (97%). Posteriormente, o número de árvores atacadas por estes insetos decresceu lentamente até que, a partir da 7ª amostragem (fev/2006), começou novamente a aumentar (40%), apresentando um novo pico na 8ª amostragem (50,50%), para então decrescer outra vez, permanecendo baixa a infestação até o final do período de amostragem (jul/2006).

De maneira geral, os maiores e menores índices de árvores de *P. taeda* atacadas por *C. atlantica*, acompanharam um padrão para as três idades até a 7ª data de amostragem (fev/2006), sendo que a partir da 8ª (mar/2006), apenas os plantios de 18 meses de idade não acompanharam este padrão, demonstrando uma considerável queda na taxa de árvores infestadas por estes insetos até o final das avaliações.

Iede (2003) monitorou a flutuação de *C. atlantica* e *C. pinivora* através do uso de armadilhas amarelas de água do tipo Moericke e observação visual dos

afídeos em 20 plantas/ha, durante o período de 2000 a 2002, em áreas de 1 ha de *P. taeda* em Rio Negrinho, SC e Arapoti, PR e de *P. oocarpa* em Sengés, PR. Segundo este autor, as populações totais das duas espécies apresentaram picos populacionais não apenas no outono e na primavera, mas também no inverno e, eventualmente, no verão, como os observados nesta pesquisa. Em termos de densidade populacional, segundo Iede (2003), esta foi maior na primavera e inverno, seguida do outono, sendo mais baixa no verão.

Picos de ocorrência na primavera e verão, expostos neste trabalho (Figura 4), também foram registrados por Voegtlin (2003b), que observou grandes populações de *C. atlantica* em abril de 2002 na Flórida, EUA, e no final de maio e início de junho na Carolina do Sul. Em 2003, grandes populações foram vistas no início de maio na Flórida e na Carolina do Sul e no final de maio e início de junho na Virgínia.

Queiroz (2005) também registrou picos populacionais de primavera e verão de *C. atlantica* em *P. taeda* no Brasil, e considerou que o estado nutricional das plantas condicionado pelo período seco (pluviosidade de 67,8 mm em dezembro e 27,7 mm em fevereiro) favoreceu este aumento da população na área.

Tais picos podem ser justificados se levarmos em consideração que *C. atlantica* é uma espécie que tolera temperaturas mais altas e, apesar de ocorrer durante o outono e o inverno de forma mais intensa, ocorre também na primavera e verão (Penteado *et al.* 2000).

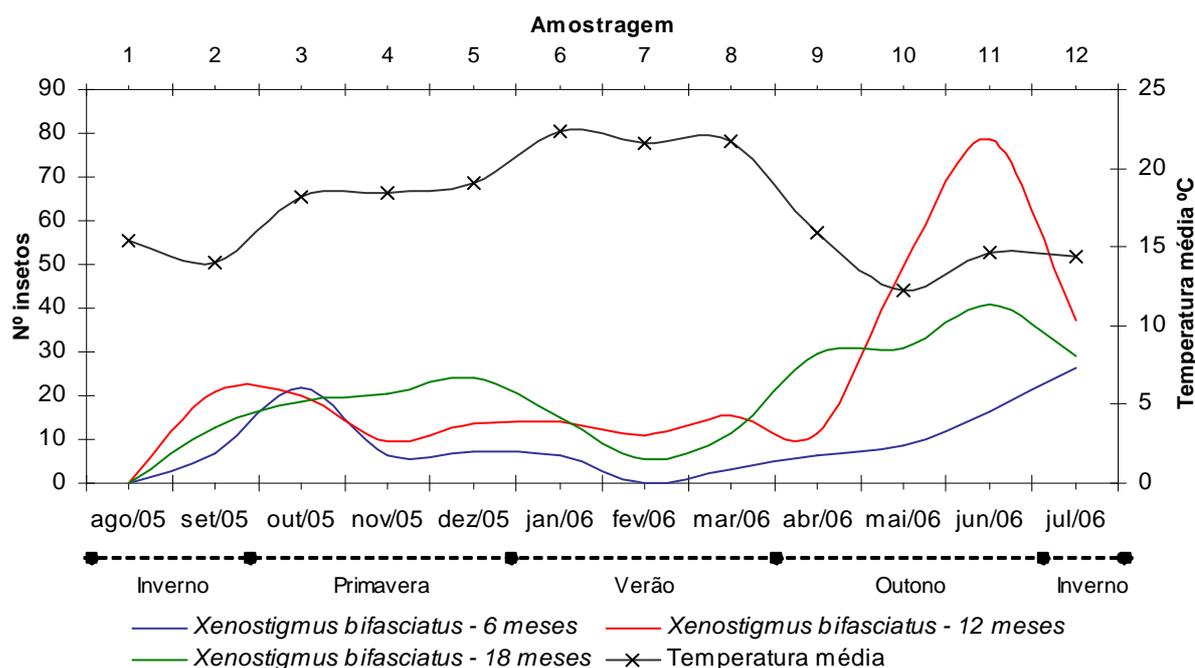
Segundo considerações de Ottati (2004), uma possível explicação para os picos destes insetos observados neste trabalho durante os meses mais quentes, pode ser de ordem fisiológica da planta hospedeira. Nestes meses, as plantas estão em pleno desenvolvimento, emitindo novas brotações, essas por sua vez, são mais

adequadas aos insetos fitófagos, pois são mais ricas nutricionalmente, o que significa mais aminoácidos presentes na seiva do que nos ponteiros já maduros.

O grau de infestação apresentado pelo afídeo *C. atlantica* nos plantios de *P. taeda* de diferentes idades, neste trabalho, pôde ter tido influência de fatores como odor da planta hospedeira, qualidade do espectro luminoso refletido pelas plantas, fenologia e fatores climáticos. De acordo com considerações feitas por Costello (1995), o odor da planta hospedeira parece ter pouco efeito para que sejam localizadas pelas formas aladas dos pulgões, enquanto a refletância de uma cultura depende não apenas da espécie ou da cultivar da planta presente, mas também da proporção da superfície de solo coberta pelas plantas.

Quanto aos fatores climáticos, este também parece ter sido um fator determinante para o desenvolvimento destes insetos, sendo que a temperatura é o fator climático mais significativo no desenvolvimento destes afídeos, pois as mudanças nas taxas de desenvolvimento, fecundidade, longevidade e tempo de geração ninfal prevalecem sob condições de baixas temperaturas. Segundo Eastop (1977), a temperatura é um fator que condiciona o tamanho das populações de afídeos, bem como seu comportamento individual.

Com relação à ocorrência de mummies e adultos do parasitóide *X. bifasciatus* nestas áreas de amostragem, de maneira geral, esta demonstrou sincronismo em relação ao crescimento do número de árvores atacadas por *C. atlantica*, pois verificou-se que o pico da população de afídeos parasitados ocorria logo após o pico da infestação de afídeos (Figuras 4 e 5, Anexos 5 e 6).



**Figura 5.** Ocorrência de mummies e adultos de *Xenostigmus bifasciatus* amostrados mensalmente em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades, Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006 (Média das parcelas A e B).

Nos plantios de 6 meses de idade (Figura 5, Anexo 6), as maiores ocorrências de mummies e adultos deste inseto foram observadas na 3ª (out/2005), 11ª (jun/2006) e 12ª (jul/2006) amostragens, sendo que na 1ª (ago/2005) e 7ª (fev/2006) os mesmos não foram encontrados, coincidindo com os baixos níveis de infestação de *C. atlantica* registrados na área. Nota-se ainda que a ocorrência destes insetos, a partir da 8ª data de amostragem (mar/2006), só tendeu a subir, evidenciando um nítido sincronismo entre as populações do parasitóide com as do seu hospedeiro, *C. atlantica*.

Este sincronismo também pôde ser observado nas plantas de 12 meses de idade, sendo este mais evidente a partir da 9ª amostragem (abr/2006). Os maiores picos de mummies e adultos destes insetos foram observados na 10ª (maio/2006), 11ª (jun/2006) e 12ª (jul/2006) amostragens destes plantios. Também na 1ª amostragem (ago/2005), assim como o que ocorreu nas plantas de 6 meses de idade, os

parasitóides não foram observados, devido aos baixos níveis de infestação de *C. atlantica* (Figura 5, Anexo 6).

Nas plantas de 18 meses de idade, a ocorrência destes insetos foi observada durante todos os meses de avaliação, salvo a 1ª data de amostragem (ago/2005). As maiores ocorrências foram registradas na 9ª (abr/2006), 10ª (maio/2006), 11ª (jun/2006) e 12ª (jul/2006) amostragens, sendo a menor registrada na 7ª (fev/2006) (Figura 5, Anexo 6).

Com relação ao sincronismo observado entre as populações do parasitóide *X. bifasciatus* com as do seu hospedeiro *C. atlantica*, este, de certa forma, pode ser confirmado aos estudos de Kfir *et al.* (1985), onde estes autores verificaram que o pico da população de múmias de *Pauesia* sp., ocorria logo após ao pico da população de *C. cronartii* (Tissot & Pepper), indicando que este agente de controle responde ao aumento na população de afídeos para aumentar o próprio número e, conseqüentemente, reduzir a população de seu hospedeiro. Starý (1988) também observou que as primeiras múmias de uma determinada espécie de braconídeo, geralmente aparecem a níveis mais altos logo depois do aumento da densidade da população de afídeos. Os dados de ambos os autores, corroboram com os resultados deste trabalho, entretanto, não se pode afirmar somente com os resultados expostos nesta pesquisa, que há uma relação parasitismo-dependência, sendo necessário desenvolver pesquisas específicas para comprovar ou não esta relação.

Quanto à diminuição rápida da população de *C. atlantica* constatada em algumas amostragens realizadas nesta pesquisa, esta, por sua vez, poderia ser atribuída parcialmente à ação de *X. bifasciatus*.

O conhecimento da época de maior ocorrência de *C. atlantica* bem como do seu parasitóide *X. bifasciatus* e a influência de fatores na densidade populacional destes, são importantes subsídios para a elaboração de programas de Manejo Integrado desses insetos.

#### **4.2. Distribuição espacial intra-planta de *Cinara atlantica* e do parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* em *Pinus taeda*.**

Nos levantamentos de afídeos e de parasitóides em diferentes estratos da árvore de *P. taeda*, utilizou-se as seguintes hipóteses:

$$H_0: \mu_{\text{terço superior}} = \mu_{\text{terço médio}} = \mu_{\text{terço inferior}}$$

$H_1$ : para que pelo menos uma das média seja diferente

##### **4.2.1. Número ideal de plantas a serem amostradas.**

O número ideal de amostras para um levantamento é dependente do grau de precisão requerido, e pode ser expresso tanto através da determinação do erro padrão de uma população pré-determinada ou em termos de probabilidade, adquirindo limites de confiança de um intervalo pré-determinado (Southwood 1991).

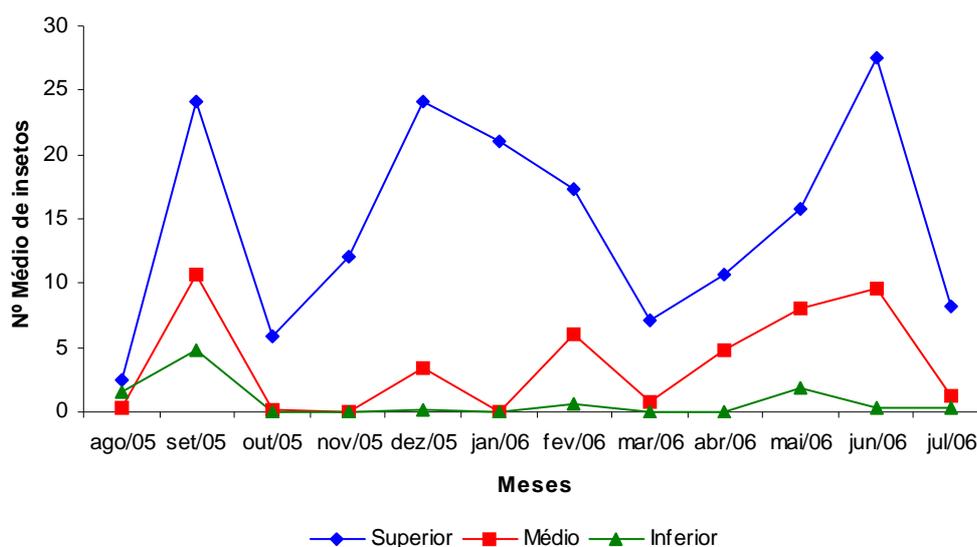
O dimensionamento da amostra foi definido pela realização de um teste piloto, realizado após a instalação dos experimentos, em agosto de 2005 (Anexo 2). Para este dimensionamento, foram pré-determinadas e avaliadas 15 plantas que continham pulgões, sendo estas selecionadas de maneira aleatória por parcela (6A,

6B, 12A, 12B, 18A e 18B). Foram contados todos os afídeos (ninfas, ápteros e alados) e parasitóides (múmias e adultos) presentes em cada estrato da planta. Para a análise dos dados, a média e a variância foram calculadas e, posteriormente, o dimensionamento da amostra foi definido segundo fórmula descrita por Karandinos (1976), com um erro da média de 20%.

Após o cálculo, obteve-se como o tamanho ideal da amostra, 10 plantas por parcela (0,5 ha), totalizando 20 plantas por idade (6, 12 e 18 meses) (Anexo 2). Gravena (1992) recomenda que para estudos focando o Manejo Integrado de Pragas, o número de plantas a ser amostrado, usualmente, seja de 1% da população de plantas de um talhão. Sendo assim, a avaliação de 10 plantas por parcela, totalizando 20 plantas por idade, representam bem a população dos insetos existente no local.

#### **4.2.2. Distribuição espacial intra-planta de *Cinara atlantica* em *Pinus taeda*.**

A distribuição intra-planta de formas aladas, ápteras e ninfas de *C. atlantica* em *P. taeda* com 6 meses de idade, é apresentada na Figura 6 e Tabela 1. As amostragens realizadas de agosto de 2005 à julho de 2006 demonstraram que, as colônias de *C. atlantica* encontravam-se distribuídas preferencialmente no estrato superior das plantas (76,38%), detectando-se diferenças estatisticamente significativas através do teste de Tukey e do teste *F* a 5% de probabilidade em relação aos demais estratos.



**Figura 6.** Número médio de fêmeas aladas, ápteras e ninfas de *Cinara atlantica* por estrato, amostradas mensalmente em *Pinus taeda*, área de 6 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

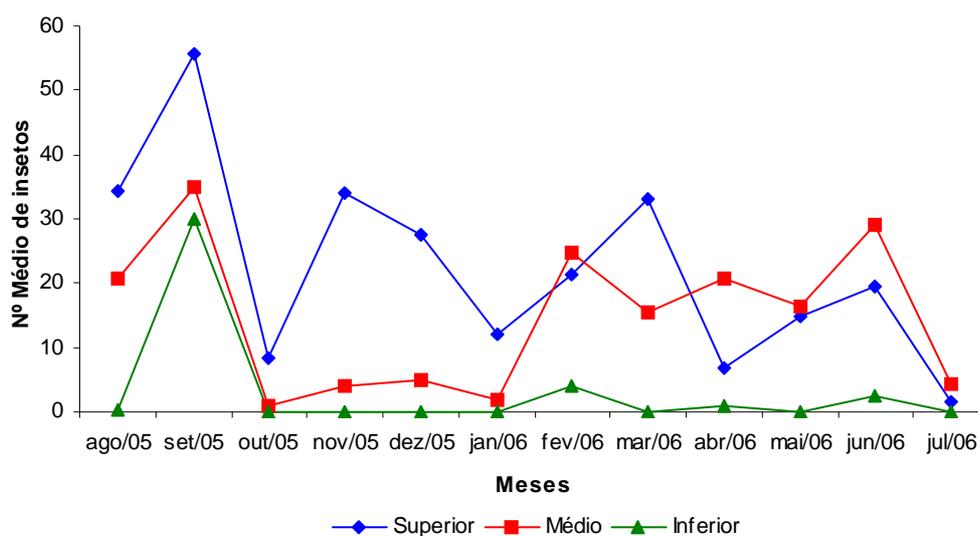
**Tabela 1.** Número médio, erro padrão da média ( $\pm$  EPM) e percentagem de ocorrência de ninfas e adultos de *Cinara atlantica* amostrados por estrato, em plantas de *Pinus taeda* de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).

Estrato da planta	Número médio* $\pm$ erro padrão	%
Superior	14,68 a $\pm$ 0,94	76,38
Médio	3,74 b $\pm$ 0,60	19,47
Inferior	0,80 c $\pm$ 0,28	4,15

Teste F 22,64\*\* (P< 0,0001)

\*Médias seguidas pelas mesmas letras indicam que não ocorreu diferença na distribuição dos insetos entre os diferentes estratos da planta pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo.

Os resultados referentes à distribuição de *C. atlantica* em plantas de *P. taeda* de 12 meses de idade estão representados na Figura 7 e Tabela 2. Nota-se que a distribuição destes insetos mostrou-se mais abundante no estrato superior (55,38%), seguido do médio (36,79%) e inferior (7,83%). Diferenças significativas foram observadas nos diferentes estratos pelos testes F e Tukey, indicando uma não homogeneidade da distribuição destes insetos entre os estratos da planta.



**Figura 7.** Número médio de fêmeas aladas, ápteras e ninfas de *Cinara atlantica* por estrato, amostradas mensalmente em *Pinus taeda*, área de 12 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

**Tabela 2.** Número médio, erro padrão da média ( $\pm$  EPM) e percentagem de ocorrência de ninfas e adultos de *Cinara atlantica* amostrados por estrato, em plantas de *Pinus taeda* de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).

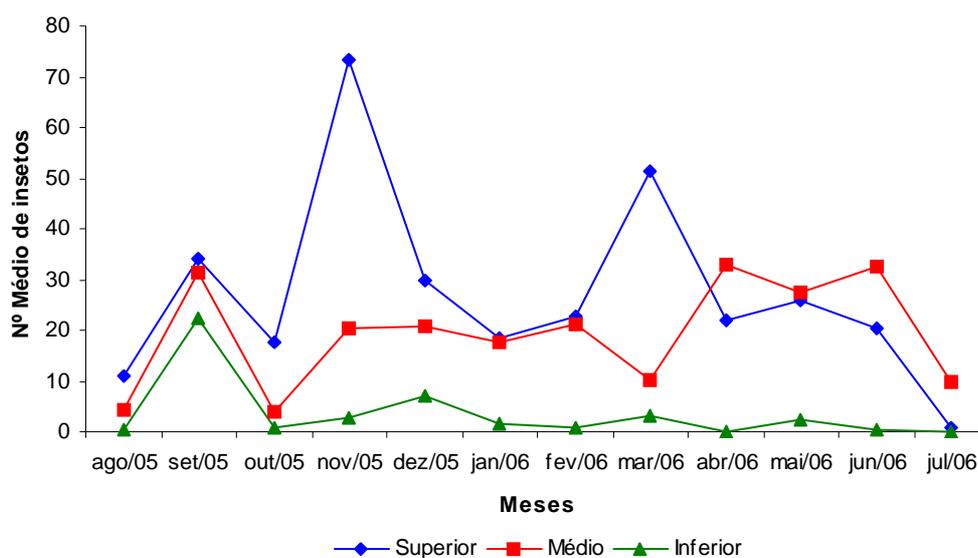
Estrato da planta	Número médio* $\pm$ erro padrão	%
Superior	22,42 a $\pm$ 2,33	55,38
Médio	14,89 b $\pm$ 1,67	36,79
Inferior	3,17 c $\pm$ 0,86	7,83

Teste F 31,45\*\* (P < 0,0001)

\*Médias seguidas pelas mesmas letras indicam que não ocorreu diferença na distribuição dos insetos entre os diferentes estratos da planta pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo.

Nas plantas com 18 meses de idade, a comparação das médias da população destes insetos nos diferentes estratos da planta pelo teste de Tukey, indicou como nas demais idades, maior número médio de afídeos concentrados no estrato superior em relação ao médio e inferior da planta (Figura 8, Tabela 3).

Em termos percentuais, 54,42% dos afídeos amostrados nestas plantas encontravam-se no estrato superior, 38,57% no médio, e apenas 7,01% no inferior da planta, indicando uma nítida preferência destes insetos por ramos mais jovens de plantas mais velhas (Tabela 3).



**Figura 8.** Número médio de fêmeas aladas, ápteras e ninfas de *Cinara atlantica* por estrato, amostradas mensalmente em *Pinus taeda*, área de 18 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

**Tabela 3.** Número médio, erro padrão da média ( $\pm$  EPM) e porcentagem de ocorrência de ninfas e adultos de *Cinara atlantica* amostrados por estrato, em plantas de *Pinus taeda* de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).

Estrato da planta	Número médio* $\pm$ erro padrão	%
Superior	27,30 a $\pm$ 1,78	54,42
Médio	19,35 b $\pm$ 1,48	38,57
Inferior	3,51 c $\pm$ 0,79	7,01

Teste F 73,45\*\* (P < 0,0001)

\*Médias seguidas pelas mesmas letras indicam que não ocorreu diferença na distribuição dos insetos entre os diferentes estratos da planta pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo.

A preferência de *Cinara* spp. por plantas jovens ou partes apicais de plantas mais velhas, como a apresentada nesta pesquisa, também é mencionada por Patti & Fox (1981a, b), Larsson (1985), Queiroz (2005) e Oliveira (2006). Segundo considerações realizadas por Kidd (1985), nos brotos mais jovens há maior concentração de nutrientes, o que influenciaria na preferência dos afídeos por essas partes das plantas e tecidos mais tenros.

Tais resultados são discordantes daqueles obtidos por Iede (2003), onde o autor não detectou diferenças significativas quanto a distribuição intra-planta de *C.*

*atlantica* nos três estratos de *P. taeda* em Rio Negrinho, SC. Em outro local, Arapoti, PR, no mesmo período, este mesmo autor registrou a maior incidência de *C. atlantica* no estrato inferior, resultados contrários aos observados nesta pesquisa.

Por outro lado, Queiroz (2005) e Oliveira (2006), em semelhantes estudos, observaram uma maior concentração destes insetos no estrato superior de mudas de *P. taeda*, concordando com os resultados obtidos neste trabalho.

Estes resultados também concordam com os encontrados por Kimmins (1982), que relata que o comportamento da colonização e alimentação de algumas espécies de afídeos é afetado pela idade da planta hospedeira. Um exemplo disso é o que pode ser observado com a espécie *Myzus persicae* (Sulzer), onde o mesmo prefere colonizar plantas mais jovens ou folhas jovens de plantas mais velhas, tal comportamento pode ser compreendido, se levarmos em consideração que esta escolha deve-se a maior concentração de aminoácidos essenciais e açúcares presentes nestes locais.

Desta forma, tendo em vista que a distribuição intra-planta das populações de *C. atlantica* em *P. taeda* não variou de acordo com a idade das árvores (6, 12 e 18 meses), e que as populações deste afídeo foram significativamente mais altas nos estratos superiores das plantas, principalmente nos plantios de 6 meses de idade, onde estes insetos apresentaram uma preferência mais acentuada pelo estrato superior das plantas em relação às demais idades (76,38%), aceita-se a hipótese  $H_1$ , onde pelo menos uma das médias fosse diferente, considerando que o inseto demonstrou maior preferência por um determinado estrato da planta.

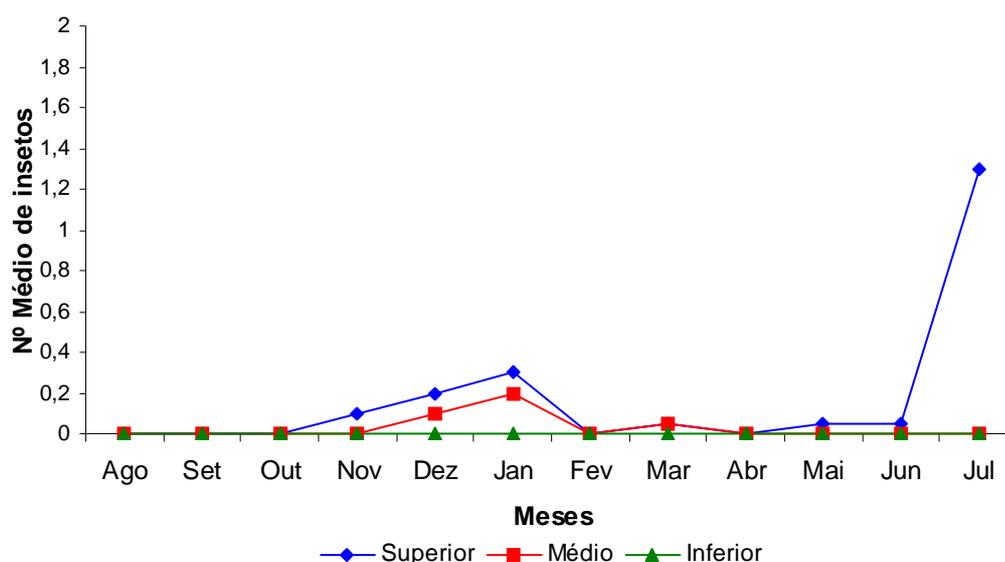
As informações sobre a distribuição de insetos-praga na planta hospedeira são fundamentais para o desenvolvimento de planos de amostragens, reduzindo o

tempo e custos necessários para o monitoramento da praga, sem que haja diminuição da confiabilidade dos resultados.

Portanto, sugere-se que as amostragens realizadas em plantios de *P. taeda* nas idades de 6 meses até 2,5 anos, visando detectar ataques de *C. atlantica* para fins de pesquisas e tomadas de decisões no manejo desta praga, sejam realizadas com maior atenção na região apical das plantas, para que o processo de monitoramento seja mais eficiente e menos dispendioso.

#### **4.2.3. Distribuição espacial intra-planta de *Xenostigmus bifasciatus* em *Pinus taeda*.**

Quanto a distribuição espacial intra-planta do parasitóide *X. bifasciatus* em plantas de *P. taeda* de 6 meses de idade, verificou-se que, no estrato superior, a porcentagem de múmias e adultos deste inseto (85,42%) foi significativamente maior (teste *F* e Tukey 5%) do que as encontradas no estrato médio (14,58%), ressaltando que no estrato inferior não foi observada a presença de nenhuma das formas (múmias e adultos) deste parasitóide (Figura 9, Tabela 4)



**Figura 9.** Número médio de múmias e adultos de *Xenostigmus bifasciatus* por estrato, amostradas mensalmente em *Pinus taeda*, área de 6 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

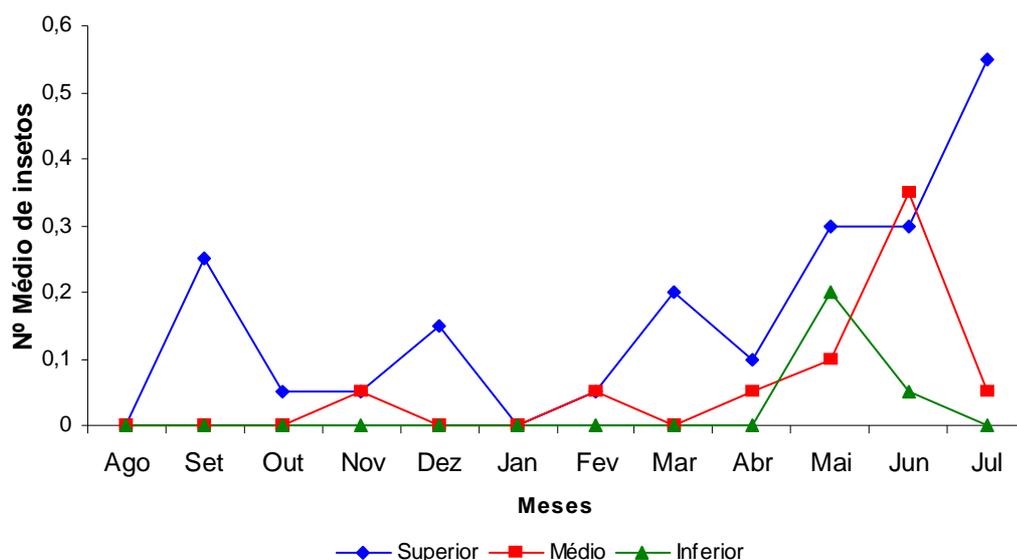
**Tabela 4.** Número médio, erro padrão da média ( $\pm$  EPM) e percentagem de ocorrência de múmias e adultos de *Xenostigmus bifasciatus* amostrados por estrato, em plantas de *Pinus taeda* de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).

Estrato da planta	Número médio* $\pm$ erro padrão	%
Superior	0,171 a $\pm$ 0,040	85,42
Médio	0,029 b $\pm$ 0,010	14,58
Inferior	-	-

Teste F 12,74\*\* (P < 0,0001)

\*Médias seguidas pelas mesmas letras indicam que não ocorreu diferença na distribuição dos insetos entre os diferentes estratos da planta pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo.

Nas plantas com 12 meses de idade também verificou-se distribuição similar do inseto, sendo o estrato superior responsável pela maior incidência destes (Figura 10, Tabela 5), com exceção da amostragem realizada em Junho de 2006, quando observou-se maior ocorrência destes insetos no estrato médio, seguido pelo superior e inferior da planta. O estrato superior mostrou diferenças significativas aos demais estratos (médio e inferior), porém entre o médio (22,42%) e inferior (8,62%) não detectou-se tais diferenças (Tabela 5).



**Figura 10.** Número médio de múmias e adultos de *Xenostigmus bifasciatus* por estrato, amostradas mensalmente em *Pinus taeda*, área de 12 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

**Tabela 5.** Número médio, erro padrão da média ( $\pm$  EPM) e porcentagem de ocorrência de múmias e adultos de *Xenostigmus bifasciatus* amostrados por estrato, em plantas de *Pinus taeda* de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).

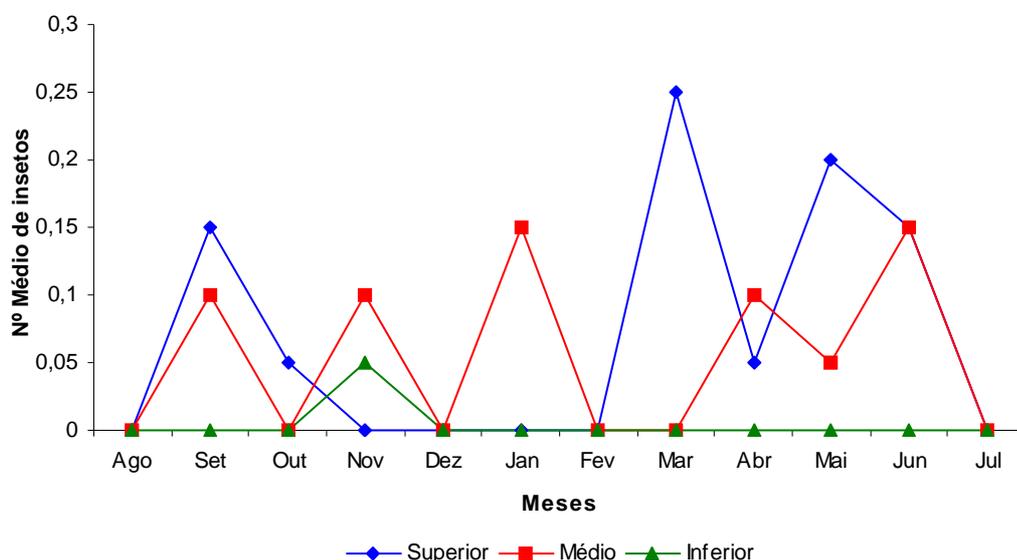
Estrato da planta	Número médio* $\pm$ erro padrão	%
Superior	0,167 a $\pm$ 0,040	68,96
Médio	0,054 b $\pm$ 0,030	22,42
Inferior	0,021 b $\pm$ 0,020	8,62

Teste F 8,77\*\* (P < 0,0001)

\*Médias seguidas pelas mesmas letras indicam que não ocorreu diferença na distribuição dos insetos entre os diferentes estratos da planta pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo.

Os resultados referentes à distribuição de múmias e adultos de *X. bifasciatus* em plantas de 18 meses de idade demonstraram que esta distribuição apresentou-se pouco oscilante ao longo dos 12 meses de observação entre os estratos superior e médio da planta (Figura 11, Tabela 6), esta disposição por sua vez caracterizada, devido à maior concentração de afídeos nestas partes. Comparando-se pelo teste de Tukey (5%) as médias populacionais de múmias e adultos destes insetos nos diferentes estratos das árvores, observou-se que entre o

estrato superior e médio não houve diferenças estatísticas significativas, sendo esta detectada somente entre o inferior em relação aos demais estratos (Tabela 6).



**Figura 11.** Número médio de mummies e adultos de *Xenostigmus bifasciatus* por estrato, amostradas mensalmente em *Pinus taeda*, área de 18 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

**Tabela 6.** Número médio, erro padrão da média ( $\pm$  EPM) e percentagem de ocorrência de mummies e adultos de *Xenostigmus bifasciatus* amostrados por estrato, em plantas de *Pinus taeda* de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006; (n=240).

Estrato da planta	Número médio* $\pm$ erro padrão	%
Superior	0,071 a $\pm$ 0,020	54,83
Médio	0,054 a $\pm$ 0,020	41,94
Inferior	0,004 b $\pm$ 0,004	3,23

Teste F 4,22\*\* (P= 0,0150)

\*Médias seguidas pelas mesmas letras indicam que não ocorreu diferença na distribuição dos insetos entre os diferentes estratos da planta pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo.

De maneira geral, verificou-se que a distribuição de mummies e adultos do parasitóide nas plantas (6, 12 e 18 meses de idade) aconteceu de forma proporcional à distribuição das populações de afídeos, resultados opostos aos encontrados por Oliveira (2006), que verificou que a distribuição de mummies de *X. bifasciatus* nas plantas de *P. taeda*, em condições controladas, ocorreu de forma inversa à distribuição dos pulgões, sendo que em seus estudos, as mummies se

concentraram com maior intensidade no estrato inferior (44,40%) da planta, seguido pelo estrato médio (30,28%) e superior (25,32%).

O fato de múmias e adultos de *X. bifasciatus* se concentrarem na parte apical das plantas em condições de campo, pode estar relacionada com a baixa atividade de hiperparasitóides nestas partes da planta devido à grande radiação solar existente nestes locais, pois segundo Willmer & Unwin (1981), insetos minúsculos, como os hiperparasitóides, estão sujeitos a uma acentuada desidratação quando expostos a longos períodos de insolação.

Fato este confirmado através de um estudo realizado na Grécia por Kavallieratos *et al.* (2005), onde estes autores observaram que os hiperparasitóides de *Aphidius colemani*, *A. matricariae*, *Diaretiella rapae*, *Praon staryi* e *P. volucre*, todos estes parasitóides de *M. persicae*, ocorreram na maioria das vezes nas partes mais baixas das plantas de tabaco, os autores atribuem esse comportamento ao fato de que nestas partes estes insetos não estavam diretamente expostos à radiação solar.

Outro possível motivo para este comportamento, seria que a incidência de raios solares sobre as múmias reduziria o tempo de desenvolvimento pupal dos parasitóides, devido à ocorrência de temperaturas mais elevadas nestes locais, diminuindo assim o período em que as múmias são expostas à ação de inimigos naturais (Brodeur & McNeil 1991, 1992). Oliveira (2006) comprovou isto em laboratório, observando que o ciclo de vida do parasitóide *X. bifasciatus* é afetado pelas condições ambientais, onde temperaturas mais altas aceleraram os processos biológicos do inseto. Este autor verificou que a duração da fase pupal de *X. bifasciatus* foi de 5,86 e 8,08 dias, nas temperaturas de 25 e 20°C, respectivamente.

Deste modo, tendo em vista que a distribuição intra-planta de mummies e adultos do parasitóide *X. bifasciatus* em *P. taeda* apresentou pouca diferença entre as idades das plantas (6, 12 e 18 meses), e que a incidência destes insetos se deu na sua maioria nos estratos superiores das plantas, principalmente nos plantios de 6 meses de idade (85,42%), aceita-se a hipótese  $H_1$ , onde pelo menos uma das médias fosse diferente, considerando que o inseto demonstrou maior preferência por um determinado estrato da planta.

Neste trabalho, constatou-se que a distribuição espacial de afídeos e parasitóides ao longo da planta de *Pinus* tem grande importância na elaboração de planos de amostragem, fato que é citado por Pedigo (1994), onde este autor afirma que artrópodes podem ser coletados em partes específicas das plantas, tornando-se de grande valia o conhecimento desta distribuição, a fim de direcionar as amostragens, tornando o processo de monitoramento mais eficiente e ao mesmo tempo menos dispendioso.

### **4.3. Distribuição espacial inter-plantas de *Cinara atlantica* em *Pinus taeda*.**

#### **4.3.1. Índices de dispersão**

Com base nas amostragens realizadas de agosto de 2005 a julho de 2006 em plantios de *P. taeda* de 6, 12 e 18 meses de idade, foram obtidos os valores dos índices razão variância/média ( $I$ ), índice Morisita ( $I/\delta$ ), coeficiente de Green ( $C_x$ ) e o expoente  $k$  da distribuição binomial negativa estimado pelo método da máxima verossimilhança, a fim de determinar a distribuição espacial inter-plantas de ninfas e adultos de *C. atlantica* (Tabelas 7, 8 e 9).

Nos plantios de *P. taeda* com 6 meses de idade, os valores obtidos para os índices  $I$  e  $I\delta$  em nove das 12 amostragens, tanto para a parcela 6A (75%) quanto para 6B (75%), apresentaram valores maiores que a unidade, indicando distribuição agregada ( $p < 0,05$ ). Outras duas datas de amostragens na parcela 6A (16,67%) e três na 6B (25%) não apresentaram valores estatisticamente diferentes de um, indicando distribuição aleatória destes insetos no campo ( $p < 0,05$ ). Apenas uma amostragem na parcela 6A (jun/2006), indicou distribuição regular dos indivíduos da população de *C. atlantica* ( $p < 0,05$ ), uma vez que nesta amostragem foi registrada a maior ocorrência destes insetos. No entanto, os índices  $I$  e  $I\delta$ , na 10ª amostragem (jun/2006) da parcela 6A e na 10ª e 11ª da parcela 6B (maio/2006 e jun/2006), mesmo indicando aleatoriedade através do teste do qui-quadrado, apresentaram tendência à regularidade, uma vez que os valores de ambos os índices em ambas as parcelas, mostraram-se menores que um (Tabela 7). De acordo com Barbosa (1982), em situações de alta infestação, há uma maior tendência para a distribuição regular.

Este tipo de distribuição também foi observado pela análise do coeficiente de Green em duas datas de amostragem para as duas parcelas (maio e jun/2006). A agregação foi constatada assim como nos índices anteriores, em nove das doze amostragens, tanto para a parcela 6A quanto para 6B, pois apresentaram valores de  $C_x$  maiores que zero ( $p < 0,05$ ) (Tabela 7). Segundo Davis (1993), valores positivos apresentados por este coeficiente e maiores que o qui-quadrado calculado ( $C_{x(1-\alpha)}$ ), indicam agregação da população. A distribuição aleatória foi constatada na 3ª amostragem de cada parcela (out/2005).

**Tabela 7.** Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial inter-plantas de *Cinara atlantica* em plantios de *Pinus taeda* de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº árvores infestadas	$m$	$s^2$	$I$	$I\delta$	$C_x$	$k$
A	1º	Ago/2005	71	1,48	2,08	1,41 <sup>AG</sup>	1,27 <sup>AG</sup>	0,0058 <sup>AG</sup>	2,98 <sup>AG</sup>
	2º	Set/2005	277	5,77	8,18	1,42 <sup>AG</sup>	1,07 <sup>AG</sup>	0,0015 <sup>AG</sup>	13,82 <sup>AL</sup>
	3º	Out/2005	15	0,31	0,38	1,23 <sup>AL</sup>	1,83 <sup>AL</sup>	0,0161 <sup>AL</sup>	0,93 <sup>AG</sup>
	4º	Nov/2005	182	3,79	5,62	1,48 <sup>AG</sup>	1,13 <sup>AG</sup>	0,0027 <sup>AG</sup>	6,50 <sup>AG</sup>
	5º	Dez/2005	246	5,12	7,18	1,40 <sup>AG</sup>	1,07 <sup>AG</sup>	0,0016 <sup>AG</sup>	10,40 <sup>AL</sup>
	6º	Jan/2006	172	3,58	5,61	1,57 <sup>AG</sup>	1,15 <sup>AG</sup>	0,0033 <sup>AG</sup>	30,00 <sup>AL</sup>
	7º	Fev/2006	275	5,73	8,67	1,51 <sup>AG</sup>	1,09 <sup>AG</sup>	0,0019 <sup>AG</sup>	10,13 <sup>AL</sup>
	8º	Mar/2006	106	2,21	3,91	1,77 <sup>AG</sup>	1,34 <sup>AG</sup>	0,0073 <sup>AG</sup>	3,20 <sup>AG</sup>
	9º	Abr/2006	178	3,70	5,26	1,42 <sup>AG</sup>	1,13 <sup>AG</sup>	0,0024 <sup>AG</sup>	7,50 <sup>AG</sup>
	10º	Maio/2006	330	6,88	5,18	0,75 <sup>AL</sup>	0,96 <sup>AL</sup>	-0,0008 <sup>RE</sup>	-27,82 <sup>RE</sup>
	11º	Jun/2006	482	10,00	5,60	0,56 <sup>RE</sup>	0,95 <sup>RE</sup>	-0,0009 <sup>RE</sup>	-20,30 <sup>RE</sup>
	12º	Jul/2006	180	3,75	5,60	1,49 <sup>AG</sup>	1,13 <sup>AG</sup>	0,0028 <sup>AG</sup>	6,40 <sup>AG</sup>
B	1º	Ago/2005	32	0,66	0,99	1,50 <sup>AG</sup>	1,74 <sup>AG</sup>	0,0161 <sup>AG</sup>	1,12 <sup>AG</sup>
	2º	Set/2005	203	4,22	6,27	1,49 <sup>AG</sup>	1,11 <sup>AG</sup>	0,0024 <sup>AG</sup>	8,00 <sup>AG</sup>
	3º	Out/2005	17	0,35	0,36	1,03 <sup>AL</sup>	1,06 <sup>AL</sup>	0,0018 <sup>AL</sup>	17,68 <sup>AL</sup>
	4º	Nov/2005	190	3,95	6,25	1,58 <sup>AG</sup>	1,14 <sup>AG</sup>	0,0031 <sup>AG</sup>	7,33 <sup>AG</sup>
	5º	Dez/2005	119	2,47	3,45	1,40 <sup>AG</sup>	1,15 <sup>AG</sup>	0,0034 <sup>AG</sup>	5,70 <sup>AG</sup>
	6º	Jan/2006	66	1,38	2,37	1,72 <sup>AG</sup>	1,52 <sup>AG</sup>	0,0110 <sup>AG</sup>	1,43 <sup>AG</sup>
	7º	Fev/2006	81	1,69	2,30	1,36 <sup>AG</sup>	1,21 <sup>AG</sup>	0,0045 <sup>AG</sup>	4,57 <sup>AG</sup>
	8º	Mar/2006	96	2,00	2,81	1,41 <sup>AG</sup>	1,20 <sup>AG</sup>	0,0043 <sup>AG</sup>	3,90 <sup>AG</sup>
	9º	Abr/2006	71	1,50	2,08	1,39 <sup>AG</sup>	1,27 <sup>AG</sup>	0,0055 <sup>AG</sup>	5,00 <sup>AG</sup>
	10º	Maio/2006	156	3,25	3,09	0,95 <sup>AL</sup>	0,98 <sup>AL</sup>	-0,0003 <sup>RE</sup>	-64,05 <sup>RE</sup>
	11º	Jun/2006	307	6,40	5,73	0,90 <sup>AL</sup>	0,98 <sup>AL</sup>	-0,0003 <sup>RE</sup>	-61,77 <sup>RE</sup>
	12º	Jul/2006	85	1,75	2,57	1,47 <sup>AG</sup>	1,23 <sup>AG</sup>	0,0056 <sup>AG</sup>	3,45 <sup>AG</sup>

$m$ : média;  $s^2$ : variância;  $I$ : Índice razão variância/média;  $I\delta$ : Índice de Morisita;  $C_x$ : coeficiente de dispersão de Green;  $k$ : expoente  $k$  da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança;

Tipo de distribuição: <sup>AG</sup> agregada; <sup>AL</sup> aleatória; <sup>RE</sup> regular.

Os valores encontrados para o expoente  $k$  da distribuição binomial negativa, estimado pelo método da máxima verossimilhança, demonstram distribuição agregada em seis das 12 amostragens da parcela 6A (50%), e em nove das também 12 amostragens da 6B (75%). A aleatoriedade foi constatada na 2ª (set/2005), 5ª (dez/2005), 6ª (jan/2006) e 7ª (fev/2006) amostragens da 6A, e na 3ª (out/2005) da parcela 6B. A distribuição regular constatada por este expoente, em ambas as parcelas, foram às mesmas encontradas pelo coeficiente de Green (Tabela 7). Conforme Maruyama *et al.* (2002), o modelo de distribuição binomial negativo é

muito flexível, ajustando-se a uma ampla faixa de distribuições, que vão de altamente agregada até aquelas tendendo à aleatoriedade, dependendo do valor do parâmetro  $k$ . Quando os valores obtidos são negativos, indicam uma distribuição regular, quando são baixos e positivos ( $k < 2$ ) indicam uma disposição altamente agregada, valores de  $k$  variando de 2 a 8 indicam uma distribuição moderada, e valores de  $k$  superiores a 8 ( $k > 8$ ) a variância se aproxima da média e a agregação converge para a aleatoriedade (Southwood 1978; Elliott 1979)

Em plantios de 12 meses de idade, em 91,67% das amostragens da parcela 12A, os índices  $I$  e  $I\delta$ , caracterizaram distribuição agregada de *C. atlantica*, pois seus valores foram estatisticamente superiores a um, e em apenas uma amostragem (set/2005), detectou-se distribuição aleatória. Na parcela 12B, os índices  $I$  e  $I\delta$ , mostraram agregação em 10 (83,33%), e aleatoriedade em duas (16,67%) das 12 amostragens realizadas nesta parcela (Tabela 8).

O coeficiente de Green indicou disposição agregada em 91,67% das amostragens realizadas na parcela 12A, e em 83,33% na 12B, apenas uma data de amostragem na parcela 12A (out/2005) indicou distribuição aleatória dos indivíduos, e duas na 12B (out/2005 e maio/2006) indicaram regularidade da população (Tabela 8).

O expoente  $k$  da distribuição binomial negativa não se mostrou um bom índice para avaliar a distribuição de *C. atlantica* em plantios de *P. taeda* de 12 meses de idade, uma vez que os resultados apresentados foram discordantes dos demais índices, onde em apenas quatro datas de amostragens (ago/2005, jan/2006, mar/2006 e jul/2006) da parcela 12A (33,33%) e em três (mar/2006, abr/2006 e jul/2006) da 12B (25%), o índice caracterizou distribuição agregada da população (Tabela 8). Um possível motivo para os resultados apresentados por este índice ser

contrário aos demais, pode ser devido ao fato de que este expoente é extremamente influenciado pelo número e tamanho de unidades amostrais definidos em uma pesquisa (Krebs 1989). Portanto, faz-se necessário testar diferentes tamanhos de unidades amostrais, para que este índice consiga um ajuste o mais próximo possível dos demais.

**Tabela 8.** Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial inter-plantas de *Cinara atlantica* em plantios de *Pinus taeda* de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº árvores infestadas	$m$	$s^2$	$I$	$I\delta$	$C_x$	$k$
A	1º	Ago/2005	121	2,52	3,57	1,42 <sup>AG</sup>	1,16 <sup>AG</sup>	0,0035 <sup>AG</sup>	5,6 <sup>AG</sup>
	2º	Set/2005	426	8,88	12,90	1,45 <sup>AG</sup>	1,05 <sup>AG</sup>	0,0011 <sup>AG</sup>	16,90 <sup>AL</sup>
	3º	Out/2005	37	0,77	0,78	1,01 <sup>AL</sup>	1,01 <sup>AL</sup>	0,0004 <sup>AL</sup>	14,00 <sup>AL</sup>
	4º	Nov/2005	426	8,88	13,60	1,53 <sup>AG</sup>	1,06 <sup>AG</sup>	0,0013 <sup>AG</sup>	14,00 <sup>AL</sup>
	5º	Dez/2005	404	8,42	11,80	1,40 <sup>AG</sup>	1,05 <sup>AG</sup>	0,0010 <sup>AG</sup>	27,00 <sup>AL</sup>
	6º	Jan/2006	152	3,17	4,35	1,37 <sup>AG</sup>	1,12 <sup>AG</sup>	0,0017 <sup>AG</sup>	7,80 <sup>AG</sup>
	7º	Fev/2006	296	6,17	9,12	1,48 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0016 <sup>AG</sup>	14,50 <sup>AL</sup>
	8º	Mar/2006	163	3,40	5,86	1,72 <sup>AG</sup>	1,21 <sup>AG</sup>	0,0045 <sup>AG</sup>	5,10 <sup>AG</sup>
	9º	Abr/2006	224	4,67	6,74	1,44 <sup>AG</sup>	1,09 <sup>AG</sup>	0,0020 <sup>AG</sup>	11,70 <sup>AL</sup>
	10º	Mai/2006	299	6,23	8,69	1,39 <sup>AG</sup>	1,06 <sup>AG</sup>	0,0013 <sup>AG</sup>	16,00 <sup>AL</sup>
	11º	Jun/2006	293	6,10	8,70	1,42 <sup>AG</sup>	1,06 <sup>AG</sup>	0,0015 <sup>AG</sup>	14,40 <sup>AL</sup>
	12º	Jul/2006	39	0,81	1,13	1,40 <sup>AG</sup>	1,49 <sup>AG</sup>	0,0104 <sup>AG</sup>	1,90 <sup>AG</sup>
B	1º	Ago/2005	167	3,47	4,94	1,42 <sup>AG</sup>	1,12 <sup>AG</sup>	0,0026 <sup>AG</sup>	8,31 <sup>AL</sup>
	2º	Set/2005	503	10,50	14,50	1,38 <sup>AG</sup>	1,04 <sup>AG</sup>	0,0008 <sup>AG</sup>	44,98 <sup>AL</sup>
	3º	Out/2005	66	1,35	1,34	0,99 <sup>AL</sup>	0,95 <sup>AL</sup>	-0,0001 <sup>RE</sup>	-129,28 <sup>RE</sup>
	4º	Nov/2005	447	9,31	12,90	1,39 <sup>AG</sup>	1,06 <sup>AG</sup>	0,0009 <sup>AG</sup>	16,00 <sup>AL</sup>
	5º	Dez/2005	431	8,98	12,50	1,39 <sup>AG</sup>	1,04 <sup>AG</sup>	0,0009 <sup>AG</sup>	16,00 <sup>AL</sup>
	6º	Jan/2006	294	6,13	8,41	1,37 <sup>AG</sup>	1,06 <sup>AG</sup>	0,0013 <sup>AG</sup>	14,80 <sup>AL</sup>
	7º	Fev/2006	481	10,00	14,20	1,42 <sup>AG</sup>	1,04 <sup>AG</sup>	0,0009 <sup>AG</sup>	12,50 <sup>AL</sup>
	8º	Mar/2006	246	5,13	8,88	1,73 <sup>AG</sup>	1,14 <sup>AG</sup>	0,0030 <sup>AG</sup>	5,90 <sup>AG</sup>
	9º	Abr/2006	236	4,92	7,95	1,62 <sup>AG</sup>	1,12 <sup>AG</sup>	0,0026 <sup>AG</sup>	7,96 <sup>AG</sup>
	10º	Mai/2006	441	9,19	8,41	0,92 <sup>AL</sup>	0,99 <sup>AL</sup>	-0,0002 <sup>RE</sup>	-108,69 <sup>RE</sup>
	11º	Jun/2006	393	8,19	12,20	1,49 <sup>AG</sup>	1,07 <sup>AG</sup>	0,0012 <sup>AG</sup>	9,70 <sup>AL</sup>
	12º	Jul/2006	108	2,30	3,40	1,48 <sup>AG</sup>	1,23 <sup>AG</sup>	0,0045 <sup>AG</sup>	4,00 <sup>AG</sup>

$m$ : média;  $s^2$ : variância;  $I$ : Índice razão variância/média;  $I\delta$ : Índice de Morisita;  $C_x$ : coeficiente de dispersão de Green;  $k$ : expoente  $k$  da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança;

Tipo de distribuição: <sup>AG</sup> agregada; <sup>AL</sup> aleatória; <sup>RE</sup> regular.

Nas plantas com 18 meses de idade, os valores obtidos para os índices  $I$  e  $I\delta$  estão apresentados na Tabela 9. Nota-se que em 66,66% das amostragens realizadas em ambas as parcelas (18A e 18B), a distribuição espacial dos indivíduos

mostrou-se de forma agregada, sendo a aleatoriedade destes indivíduos constatada apenas na 5ª (dez/2005) amostragem da parcela 18A, e na 5ª (dez/2005) e 12ª (jul/2006) amostragens da 18B. No entanto, nestas amostragens, salvo a 12ª da parcela 18B (jul/2006), os valores apresentados de ambos os índices foram menores que a unidade, demonstrando assim uma tendência à regularidade. Outras três datas de amostragem da parcela 18A (set/2005, nov/2005 e mar/2006) e duas da 18B (set/2005 e nov/2005) indicaram regularidade da população, uma vez que nestas foram registradas as maiores ocorrências deste inseto.

Os valores obtidos para o coeficiente de Green foram semelhantes aos encontrados pelos índices  $I$  e  $I\delta$ , onde em oito das 12 amostragens tanto para a parcela 18A (66,66%) quanto para 18B (66,66%), apresentaram valores de  $C_x$  maiores que zero e também maiores que o qui-quadrado calculado, indicando distribuição agregada da população. A aleatoriedade foi constatada em apenas uma única amostragem da parcela 18B (jul/2006). A distribuição regular em 18A (33,33%) foi constatada na 2ª (set/2005), 4ª (nov/2005), 5ª (dez/2005) e 8ª (mar/2006), e na 2ª (set/2005), 4ª (nov/2005), e 5ª (dez/2005) amostragens da parcela 18B (25%) (Tabela 9).

Os resultados obtidos através do expoente  $k$ , assim como o que aconteceu com os obtidos nos plantios de 12 meses de idade, não foram muito satisfatórios, uma vez que os resultados apresentados foram muito discordantes dos demais índices. A aleatoriedade foi constatada em 50% das amostragens realizadas na parcela 18A, e em 41,67% na parcela 18B. A agregação foi constatada por este índice em apenas duas amostragens realizadas na parcela 18A (ago/2005 e jul/2006) e em quatro na 18B (ago/2005, out/2005, jan/2006 e fev/2006), sendo a distribuição regular caracterizada na 2ª (set/2005), 4ª nov/2005), 5ª (dez/2005) e 8ª

(mar/2006) amostragens da parcela 18A (33,33%), e na 2ª (set/2005), 4ª (nov/2005), e 5ª (dez/2005) amostragens da parcela 18B (25%) (Tabela 9).

**Tabela 9.** Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial inter-plantas de *Cinara atlantica* em plantios de *Pinus taeda* de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº árvores infestadas	$m$	$s^2$	$I$	$I\delta$	$C_x$	$k$
A	1º	Ago/2005	99	2,10	3,60	1,71 <sup>AG</sup>	1,37 <sup>AG</sup>	0,0073 <sup>AG</sup>	3,00 <sup>AG</sup>
	2º	Set/2005	475	9,90	5,80	0,59 <sup>RE</sup>	0,96 <sup>RE</sup>	-0,0009 <sup>RE</sup>	-23,89 <sup>RE</sup>
	3º	Out/2005	275	5,70	8,30	1,46 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0017 <sup>AG</sup>	12,10 <sup>AL</sup>
	4º	Nov/2005	715	14,90	1,20	0,08 <sup>RE</sup>	0,94 <sup>RE</sup>	-0,0013 <sup>RE</sup>	-16,20 <sup>RE</sup>
	5º	Dez/2005	482	10,00	6,55	0,66 <sup>AL</sup>	0,97 <sup>AL</sup>	-0,0007 <sup>RE</sup>	-28,89 <sup>RE</sup>
	6º	Jan/2006	336	7,00	11,30	1,61 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0018 <sup>AG</sup>	11,45 <sup>AL</sup>
	7º	Fev/2006	350	7,29	11,10	1,52 <sup>AG</sup>	1,07 <sup>AG</sup>	0,0015 <sup>AG</sup>	10,30 <sup>AL</sup>
	8º	Mar/2006	429	8,94	5,17	0,58 <sup>RE</sup>	0,95 <sup>RE</sup>	-0,0010 <sup>RE</sup>	-21,18 <sup>RE</sup>
	9º	Abr/2006	293	6,10	9,37	1,54 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0018 <sup>AG</sup>	11,40 <sup>AL</sup>
	10º	Maio/2006	297	6,19	9,39	1,52 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0017 <sup>AG</sup>	13,10 <sup>AL</sup>
	11º	Jun/2006	226	4,71	6,42	1,36 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0017 <sup>AG</sup>	12,92 <sup>AL</sup>
	12º	Jul/2006	59	1,20	1,80	1,50 <sup>AG</sup>	1,40 <sup>AG</sup>	0,0086 <sup>AG</sup>	2,70 <sup>AG</sup>
B	1º	Ago/2005	90	1,90	2,66	1,40 <sup>AG</sup>	1,22 <sup>AG</sup>	0,0045 <sup>AG</sup>	4,45 <sup>AG</sup>
	2º	Set/2005	551	11,50	6,21	0,54 <sup>RE</sup>	0,96 <sup>RE</sup>	-0,0008 <sup>RE</sup>	-22,00 <sup>RE</sup>
	3º	Out/2005	187	3,90	5,80	1,49 <sup>AG</sup>	1,12 <sup>AG</sup>	0,0026 <sup>AG</sup>	7,90 <sup>AG</sup>
	4º	Nov/2005	692	14,00	2,70	0,19 <sup>RE</sup>	0,94 <sup>RE</sup>	-0,0012 <sup>RE</sup>	-16,30 <sup>RE</sup>
	5º	Dez/2005	393	8,19	7,52	0,92 <sup>AL</sup>	0,99 <sup>AL</sup>	-0,0002 <sup>RE</sup>	-100 <sup>RE</sup>
	6º	Jan/2006	155	3,23	4,78	1,48 <sup>AG</sup>	1,15 <sup>AG</sup>	0,0031 <sup>AG</sup>	5,60 <sup>AG</sup>
	7º	Fev/2006	230	4,79	8,55	1,78 <sup>AG</sup>	1,16 <sup>AG</sup>	0,0034 <sup>AG</sup>	6,30 <sup>AG</sup>
	8º	Mar/2006	306	6,38	8,88	1,39 <sup>AG</sup>	1,06 <sup>AG</sup>	0,0013 <sup>AG</sup>	12,80 <sup>AL</sup>
	9º	Abr/2006	251	5,23	7,37	1,41 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0016 <sup>AG</sup>	13,50 <sup>AL</sup>
	10º	Maio/2006	217	4,52	6,21	1,37 <sup>AG</sup>	1,08 <sup>AG</sup>	0,0018 <sup>AG</sup>	12,80 <sup>AL</sup>
	11º	Jun/2006	224	4,67	7,29	1,56 <sup>AG</sup>	1,12 <sup>AG</sup>	0,0025 <sup>AG</sup>	11,50 <sup>AL</sup>
	12º	Jul/2006	19	0,40	0,41	1,03 <sup>AL</sup>	1,12 <sup>AL</sup>	0,0014 <sup>AL</sup>	11,00 <sup>AL</sup>

$m$ : média;  $s^2$ : variância;  $I$ : Índice razão variância/média;  $I\delta$ : Índice de Morisita;  $C_x$ : coeficiente de dispersão de Green;  $k$ : expoente  $k$  da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança;

Tipo de distribuição: <sup>AG</sup> agregada; <sup>AL</sup> aleatória; <sup>RE</sup> regular.

De maneira geral, os índices de dispersão calculados em todas as idades e em todas as parcelas, salvo o expoente  $k$  nos plantios de 12 e 18 meses de idade, indicaram que, na maioria das amostragens, os indivíduos da população da praga estudada apresentaram agregação no seu padrão de distribuição espacial (Tabelas 7, 8 e 9). Assim, sugere-se maior possibilidade de ajuste com a distribuição Binomial Negativa, que descreve mais adequadamente esse tipo de distribuição. Entretanto,

não se pode descartar a possibilidade de obter-se ajustes com distribuições não agregadas, pois segundo Barbosa (1987), em baixas densidades populacionais, existe a tendência de ajuste dos dados à distribuição de Poisson, que por sua vez descreve distribuição aleatória.

Murdie (1972) revisou os padrões de distribuição de diferentes afídeos em diferentes culturas e, de maneira geral, concluiu que em situações de baixas densidades (início das infestações), como o que ocorreu em algumas datas de amostragem nesta pesquisa, a distribuição dos afídeos foi essencialmente aleatória. A agregação é freqüentemente assumida com o aumento da população dos afídeos.

Feng & Nowierski (1992) estudaram a distribuição espacial dos afídeos *Diuraphis noxia* (Mordvilko), *Metopolophium dirhodum* (Walker), *Sitobion avenae* (F.) e *Schizaphis graminum* (Rondani) em campos de trigo no sudoeste de Idaho, EUA, e constataram que todas as espécies apresentaram uma distribuição agregada durante todo o ciclo da cultura, sendo detectada apenas variações no grau de agregação entre as espécies.

Os resultados observados nesta pesquisa também estão em concordância com os descritos por Toledo *et al.* (2006), pois estes autores observaram que a disposição espacial do afídeo *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) em plantios de citrus de 5, 9 e 15 anos de idade segue padrão espacial do tipo agregado.

O padrão de distribuição espacial do tipo agregado, observado neste trabalho e relatado por alguns autores, pode ser justificado segundo considerações de Waters (1959), na qual, a maioria dos insetos não se distribui aleatoriamente no habitat, tendo em vista que poucos ambientes são homogêneos e que os fatores etológicos que determinam a sua distribuição são específicos. A tendência geral é a distribuição agregada da população nos ambientes naturais.

São vários os fatores que podem contribuir para o tipo de distribuição espacial adotado por uma determinada espécie de afídeo, dentre eles, a maneira como os pulgões dispersam-se no ambiente, a disponibilidade de nitrogênio na planta, a presença de inimigos naturais e a ação de fungos entomopatogênicos merecem especial atenção, pois a ação destes fatores podem induzir um maior movimento dos afídeos entre as plantas, caracterizando assim, o tipo de distribuição espacial adotado por estes insetos. A influência destes fatores sobre a distribuição espacial de populações de afídeos pode ser observada em pesquisas de autores como Starý (1988), Robert *et al.* (1988), Knudsen *et al.* (1994) e Duffield *et al.* (1997).

#### **4.3.2. Distribuições de probabilidades**

Nos plantios de 6 meses de idade, em ambas as parcelas, os valores dos qui-quadrados obtidos para a população de *C. atlantica* enquadraram-se nos três modelos de distribuições teóricas de frequência (Tabela 10). Foram observados valores significativos, ou seja, valores que indicam que os dados de contagem obtidos no campo não se ajustam aos modelos teóricos de distribuição considerados, em quatro amostragens para distribuição de Poisson (6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>), nove para binomial positiva (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>, sendo a 3<sup>a</sup> por insuficiência de classes) e em apenas duas para binomial negativa (3<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>, sendo a 3<sup>a</sup> por insuficiência de classes) na parcela 6A.

Para a parcela 6B, os valores significativos foram encontrados em quatro amostragens para distribuição de Poisson (2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup>), nove para binomial positiva (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup>, e 12<sup>a</sup>, sendo a 3<sup>a</sup> por insuficiência de classes) e

em apenas uma para binomial negativa (3ª, por insuficiência de classes).

No âmbito da estatística ecológica, o melhor ajuste é representado pela distribuição de frequência que apresenta o menor valor do qui-quadrado calculado. Nesse caso, o melhor ajuste ocorreu na distribuição binomial negativa, ou seja, em nove das doze amostragens para a parcela 6A (75%) e 6B (75%), comprovando que a população do inseto em estudo apresentou distribuição agregada de seus indivíduos.

**Tabela 10.** Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para *Cinara atlantica* em plantios de *Pinus taeda* de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostr.	Mês	Poisson		Binomial Positiva		Binomial Negativa	
			$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.
A	1º	Ago/2005	5,61 <sup>NS</sup>	3	8,03*	2	1,16 <sup>NS</sup>	3
	2º	Set/2005	9,14 <sup>NS</sup>	9	13,10*	6	7,57 <sup>NS</sup>	9
	3º	Out/2005	3,83 <sup>NS</sup>	1	i	-	i	-
	4º	Nov/2005	9,73 <sup>NS</sup>	7	10,80*	4	10,07 <sup>NS</sup>	7
	5º	Dez/2005	13,29 <sup>NS</sup>	8	16,15*	5	10,00 <sup>NS</sup>	8
	6º	Jan/2006	21,45*	9	12,89*	4	8,35 <sup>NS</sup>	6
	7º	Fev/2006	17,37*	9	50,26*	6	10,78 <sup>NS</sup>	9
	8º	Mar/2006	6,67 <sup>NS</sup>	5	6,32 <sup>NS</sup>	3	1,87 <sup>NS</sup>	5
	9º	Abr/2006	18,44*	7	11,72*	4	9,46 <sup>NS</sup>	7
	10º	Mai/2006	11,32 <sup>NS</sup>	10	7,95 <sup>NS</sup>	6	7,53 <sup>NS</sup>	7
	11º	Jun/2006	13,92 <sup>NS</sup>	11	8,87 <sup>NS</sup>	6	5,17 <sup>NS</sup>	7
	12º	Jul/2006	17,80*	7	20,28*	4	14,37*	7
B	1º	Ago/2005	5,00 <sup>NS</sup>	2	6,03*	1	0,68 <sup>NS</sup>	1
	2º	Set/2005	16,80*	7	30,08*	5	10,32 <sup>NS</sup>	8
	3º	Out/2005	0,23 <sup>NS</sup>	1	i	-	i	-
	4º	Nov/2005	23,50*	7	15,28*	4	12,51 <sup>NS</sup>	7
	5º	Dez/2005	8,22 <sup>NS</sup>	5	15,21*	4	3,72 <sup>NS</sup>	5
	6º	Jan/2006	15,77*	3	20,00*	2	7,88 <sup>NS</sup>	4
	7º	Fev/2006	8,79 <sup>NS</sup>	4	11,67*	3	6,45 <sup>NS</sup>	4
	8º	Mar/2006	11,90*	4	15,35*	3	8,02 <sup>NS</sup>	4
	9º	Abr/2006	0,46 <sup>NS</sup>	3	0,51 <sup>NS</sup>	2	3,09 <sup>NS</sup>	3
	10º	Mai/2006	2,94 <sup>NS</sup>	6	4,00 <sup>NS</sup>	5	2,96 <sup>NS</sup>	5
	11º	Jun/2006	4,30 <sup>NS</sup>	9	4,55 <sup>NS</sup>	5	4,05 <sup>NS</sup>	8
	12º	Jul/2006	7,24 <sup>NS</sup>	4	10,40*	3	3,84 <sup>NS</sup>	4

\* significativo a 5% de probabilidade; NS = não significativo a 5% de probabilidade; i = número de classe de frequência insuficiente para realização dos testes; G.L = número de graus de liberdade do qui-quadrado

Para os plantios de 12 meses de idade, a distribuição binomial negativa foi

a que melhor representou a distribuição espacial populacional de *C. atlantica*, em 91,66% das amostragens da parcela 12A, e em 66,67% da parcela 12B (Tabela 11). A distribuição de Poisson apresentou ajuste em 75% das amostragens da parcela 12A e em 58,33% da 12B. Já a binomial positiva apresentou ajuste em duas amostragens realizadas na parcela 12A (out/2005 e jul/2006), e em apenas uma amostragem da parcela 12B (out/2005).

**Tabela 11.** Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para *Cinara atlantica* em plantios de *Pinus taeda* de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostr.	Mês	Poisson		Binomial Positiva		Binomial Negativa	
			$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.
A	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	5,63 <sup>NS</sup>	5	11,65*	4	1,03 <sup>NS</sup>	5
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	24,62*	11	76,77*	6	12,22 <sup>NS</sup>	10
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	0,94 <sup>NS</sup>	2	0,78 <sup>NS</sup>	1	1,22 <sup>NS</sup>	1
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	15,13 <sup>NS</sup>	11	27,69*	6	14,98 <sup>NS</sup>	11
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	10,95 <sup>NS</sup>	10	27,68*	6	13,40 <sup>NS</sup>	10
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	14,31*	6	21,35*	5	10,98 <sup>NS</sup>	6
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	15,73 <sup>NS</sup>	9	13,66*	6	36,65*	11
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	14,88*	7	25,62*	5	7,25 <sup>NS</sup>	7
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	6,90 <sup>NS</sup>	7	13,47*	6	7,63 <sup>NS</sup>	7
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	9,90 <sup>NS</sup>	9	21,36*	6	9,32 <sup>NS</sup>	10
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	13,29 <sup>NS</sup>	9	35,20*	6	12,13 <sup>NS</sup>	9
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	2,57 <sup>NS</sup>	2	3,19 <sup>NS</sup>	1	2,04 <sup>NS</sup>	2
B	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	9,79 <sup>NS</sup>	7	14,41*	4	7,65 <sup>NS</sup>	7
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	13,76 <sup>NS</sup>	10	45,51*	5	12,18 <sup>NS</sup>	10
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	0,49 <sup>NS</sup>	3	0,92 <sup>NS</sup>	2	0,48 <sup>NS</sup>	2
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	14,65 <sup>NS</sup>	10	17,15*	6	24,01*	11
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	18,67 <sup>NS</sup>	11	27,70*	6	18,30 <sup>NS</sup>	10
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	17,18*	9	31,80*	6	12,98 <sup>NS</sup>	9
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	28,40*	11	24,10*	6	36,71*	11
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	17,41*	8	41,55*	5	14,85 <sup>NS</sup>	10
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	8,36 <sup>NS</sup>	8	21,84*	6	4,43 <sup>NS</sup>	9
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	17,81 <sup>NS</sup>	10	46,00*	6	18,43*	9
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	23,14*	10	45,45*	6	26,78*	11
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	11,19*	5	14,18*	3	8,24 <sup>NS</sup>	5

\* significativo a 5% de probabilidade; NS = não significativo a 5% de probabilidade; i = número de classe de freqüência insuficiente para realização dos testes; G.L = número de graus de liberdade do qui-quadrado

No que diz respeito ao menor valor do qui-quadrado calculado, o melhor ajuste novamente ocorreu por conta da distribuição binomial negativa, pois em

66,67% das amostragens tanto para a parcela 12A quanto para a 12B a população de *C. atlantica* apresentou-se de forma agregada entre as plantas de *P. taeda* de 12 meses de idade (Tabela 11).

O ajuste dos dados às distribuições de freqüências nos plantios de 18 meses de idade, resultou em bom ajuste dos qui-quadrados calculados às distribuições de Poisson (75% e 66,67% das amostragens das parcelas 18A e 18B respectivamente), e binomial negativa (83,33% das amostragens da parcela 18A, e em 66,67% das amostragens da parcela 18B), ao passo que apenas duas amostragens da parcela 18A (dez/2005 e mar/2006), e três da parcela 18B (ago/2005, set/2005 e maio/2006), ajustaram-se à distribuição binomial positiva (Tabela 12).

O menor valor do qui-quadrado calculado, assim como nas demais idades, ocorreu novamente para a distribuição binomial negativa, pois em 75% das amostragens da parcela 18A, e em 66,67% da parcela 18B, a população do inseto em estudo apresentou-se de forma agregada entre as plantas de *P. taeda* de 18 meses de idade (Tabela 12).

O ajuste dos dados à distribuição binomial negativa representou mais adequadamente a distribuição espacial das populações de *C. atlantica* em plantios de *P. taeda* de 6, 12 e 18 meses de idade cultivado na região de Campo do Tenente, PR. Esse ajuste não se deve apenas ao fato de esta distribuição de freqüências ter apresentado os menores valores de qui-quadrado, mas também ao ajuste dos quatro índices de dispersão calculados (com exceção do expoente  $k$  para os plantios de 12 e 18 meses de idade) que na sua maioria, caracterizaram a disposição espacial destes insetos como agregada.

**Tabela 12.** Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para *Cinara atlantica* em plantios de *Pinus taeda* de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostr.	Mês	Poisson		Binomial Positiva		Binomial Negativa	
			$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.
A	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	5,45 <sup>NS</sup>	4	9,52*	3	2,54 <sup>NS</sup>	5
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	15,63 <sup>NS</sup>	10	19,84*	6	10,72 <sup>NS</sup>	8
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	13,00 <sup>NS</sup>	9	33,19*	6	8,33 <sup>NS</sup>	9
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	76,60*	7	8,82*	2	8,82*	2
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	8,46 <sup>NS</sup>	11	8,23 <sup>NS</sup>	6	4,40 <sup>NS</sup>	8
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	23,14*	10	42,74*	6	11,62 <sup>NS</sup>	11
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	21,22*	10	46,15*	6	22,55*	10
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	8,61 <sup>NS</sup>	11	4,44 <sup>NS</sup>	6	2,64 <sup>NS</sup>	8
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	8,63 <sup>NS</sup>	7	26,72*	6	9,56 <sup>NS</sup>	10
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	5,85 <sup>NS</sup>	9	19,06*	6	5,46 <sup>NS</sup>	10
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	7,28 <sup>NS</sup>	8	25,37*	6	4,04 <sup>NS</sup>	7
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	4,69 <sup>NS</sup>	3	6,99*	2	1,25 <sup>NS</sup>	3
B	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	4,11 <sup>NS</sup>	4	7,66 <sup>NS</sup>	3	0,34 <sup>NS</sup>	4
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	12,30 <sup>NS</sup>	10	7,20 <sup>NS</sup>	5	3,86 <sup>NS</sup>	7
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	8,75 <sup>NS</sup>	6	18,28*	5	7,90 <sup>NS</sup>	7
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	54,80*	8	14,90*	2	13,00*	3
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	6,82 <sup>NS</sup>	10	16,96*	6	6,67 <sup>NS</sup>	9
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	15,16*	6	30,21*	5	7,17 <sup>NS</sup>	7
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	31,35*	8	45,62*	6	18,54*	9
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	15,88 <sup>NS</sup>	9	27,49*	5	22,53*	10
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	14,54*	7	22,17*	5	10,41 <sup>NS</sup>	8
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	9,26 <sup>NS</sup>	7	9,72 <sup>NS</sup>	5	8,57 <sup>NS</sup>	7
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	11,79 <sup>NS</sup>	8	22,76*	6	10,43 <sup>NS</sup>	7
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	0,40 <sup>NS</sup>	1	i	-	i	-

\* significativo a 5% de probabilidade; NS = não significativo a 5% de probabilidade; i = número de classe de freqüência insuficiente para realização dos testes; G.L = número de graus de liberdade do qui-quadrado

Os índices de agregação ou dispersão, apesar de não descreverem matematicamente a distribuição da população estudada (Elliot *et al.* 1990), podem fornecer uma idéia bastante aproximada dessa realidade quando vários índices apresentam resultados similares (Myers 1978). A confirmação do tipo de distribuição espacial se dá apenas com o ajuste das distribuições teóricas de freqüências (Poisson, Binomial Positiva e Negativa) aos números de indivíduos de cada inseto em cada cultura (Barbosa 1992).

Sendo assim, como a distribuição binomial negativa apresentou melhor

ajuste aos dados, e com base nos índices de dispersão calculados, pode-se sugerir que a agregação representa melhor a distribuição espacial das populações estudadas, sendo esse modelo de distribuição muito influenciado pelo nível da infestação. De maneira geral, as populações amostradas estão dispostas, no início, em arranjo aleatório quando a densidade populacional ainda é baixa, depois passa por uma agregação quando o tamanho da população começa a aumentar, até atingir distribuição regular quando a população atinge seu máximo tamanho.

A definição da distribuição espacial de *C. atlantica* em plantios de *Pinus* spp. de diferentes idades é fundamental para a construção de planos de amostragem, pois estes planos são fundamentados e elaborados conforme a disposição espacial (aleatória, agregada ou regular) da população do inseto em estudo, variando principalmente, no que se refere ao número de pontos a serem amostrados na área.

#### **4.4. Distribuição espacial inter-plantas de *Xenostigmus bifasciatus* em *Pinus taeda*.**

##### **4.4.1. Índices de dispersão**

Foram calculados os valores dos índices  $I$ ,  $I/\delta$ , coeficiente de Green ( $C_x$ ) e o expoente  $k$  da distribuição binomial negativa estimado pelo método da máxima verossimilhança, a fim de determinar a distribuição espacial inter-plantas de múmias e adultos do parasitóide *X. bifasciatus* baseados nas amostragens realizadas de agosto de 2005 a julho de 2006 em plantios de *P. taeda* com 6, 12 e 18 meses de idade (Tabelas 13, 14 e 15).

Nos plantios de *P. taeda* com 6 meses de idade, na 1ª e 7ª data de amostragem da parcela 6A, e na 1ª, 7ª, 8ª e 10ª amostragens da 6B, não foram registrados parasitóides, não sendo possível, portanto, calcular os índices de dispersão. A maioria das amostragens seguintes da parcela 6A (90%), no entanto, não apresentaram diferenças da unidade através dos índices  $I$  e  $I\delta$  ( $p < 0,05$ ), indicando aleatoriedade, com tendência a regularidade na 3ª (out/2005) e 11ª (jun/2006) amostragens. A agregação foi constatada nesta parcela em apenas uma data de amostragem (jan/2006). Na parcela 6B, os índices  $I$  e  $I\delta$  indicaram distribuição agregada em quatro (50%), e aleatória em também quatro (50%) das oito amostragens realizadas nesta parcela (Tabela 13).

No caso do coeficiente de Green, os resultados foram bem próximos aos encontrados pelos índices anteriores, mostrando-se diferente somente na 3ª e 11ª amostragem da parcela 6A e na 3ª, 11ª e 12ª amostragens da parcela 6B, onde foi constatada a regularidade da população, uma vez que nestas foram registradas as maiores ocorrências do inseto (Tabela 13).

O expoente  $k$  da distribuição binomial negativa, assim como o que aconteceu para o hospedeiro *C. atlantica*, apresentou resultados discordantes dos demais índices. Em 70% das amostragens da parcela 6A, e em 62,50% da 6B, este índice caracterizou como distribuição espacial deste inseto o arranjo agregado (Tabela 13). Provavelmente, este índice mostrou-se muito dependente do número total de insetos registrados na área, e da relação variância/média, uma vez que a variância sempre foi superior a média nestas amostragens, mesmo em casos em que as densidades populacionais destes insetos apresentavam-se baixas.

**Tabela 13.** Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº árvores parasitóide	$m$	$s^2$	$I$	$I\delta$	$C_x$	$k$
A	1º	Ago/2005	-	-	-	-	-	-	-
	2º	Set/2005	8	0,17	0,18	1,06 <sup>AL</sup>	1,71 <sup>AL</sup>	0,0084 <sup>AL</sup>	1,70 <sup>AG</sup>
	3º	Out/2005	26	0,54	0,38	0,70 <sup>AL</sup>	0,44 <sup>AL</sup>	-0,0119 <sup>RE</sup>	-1,80 <sup>RE</sup>
	4º	Nov/2005	9	0,19	0,2	1,05 <sup>AL</sup>	1,33 <sup>AL</sup>	0,0066 <sup>AL</sup>	3,30 <sup>AG</sup>
	5º	Dez/2005	8	0,17	0,18	1,06 <sup>AL</sup>	1,71 <sup>AL</sup>	0,0084 <sup>AL</sup>	1,56 <sup>AG</sup>
	6º	Jan/2006	10	0,21	0,3	1,43 <sup>AG</sup>	3,2 <sup>AG</sup>	0,0476 <sup>AG</sup>	0,33 <sup>AG</sup>
	7º	Fev/2006	-	-	-	-	-	-	-
	8º	Mar/2006	6	0,13	0,15	1,15 <sup>AL</sup>	3,2 <sup>AL</sup>	0,0308 <sup>AL</sup>	0,53 <sup>AG</sup>
	9º	Abr/2006	8	0,17	0,23	1,35 <sup>AL</sup>	3,43 <sup>AL</sup>	0,0504 <sup>AL</sup>	0,35 <sup>AG</sup>
	10º	Mai/2006	13	0,27	0,29	1,07 <sup>AL</sup>	1,23 <sup>AL</sup>	0,0062 <sup>AL</sup>	4,59 <sup>AG</sup>
	11º	Jun/2006	19	0,4	0,37	0,93 <sup>AL</sup>	0,8 <sup>AL</sup>	-0,0042 <sup>RE</sup>	-6,54 <sup>RE</sup>
	12º	Jul/2006	28	0,58	0,59	1,02 <sup>AL</sup>	1,02 <sup>AL</sup>	0,0006 <sup>AL</sup>	63,97 <sup>AL</sup>
B	1º	Ago/2005	-	-	-	-	-	-	-
	2º	Set/2005	6	0,13	0,2	1,54 <sup>AG</sup>	6,4 <sup>AG</sup>	0,1077 <sup>AG</sup>	0,14 <sup>AG</sup>
	3º	Out/2005	18	0,38	0,37	0,97 <sup>AL</sup>	0,94 <sup>AL</sup>	-0,0015 <sup>RE</sup>	-17,60 <sup>RE</sup>
	4º	Nov/2005	4	0,08	0,12	1,50 <sup>AG</sup>	8 <sup>AG</sup>	0,1667 <sup>AG</sup>	0,66 <sup>AG</sup>
	5º	Dez/2005	7	0,15	0,17	1,13 <sup>AL</sup>	2,28 <sup>AL</sup>	0,0222 <sup>AL</sup>	0,88 <sup>AG</sup>
	6º	Jan/2006	3	0,06	0,1	1,67 <sup>AG</sup>	16 <sup>AG</sup>	0,3333 <sup>AG</sup>	0,06 <sup>AG</sup>
	7º	Fev/2006	-	-	-	-	-	-	-
	8º	Mar/2006	-	-	-	-	-	-	-
	9º	Abr/2006	5	0,1	0,18	1,8 <sup>AG</sup>	9,6 <sup>AG</sup>	0,2000 <sup>AG</sup>	0,09 <sup>AG</sup>
	10º	Mai/2006	-	-	-	-	-	-	-
	11º	Jun/2006	14	0,29	0,25	0,86 <sup>AL</sup>	0,53 <sup>AL</sup>	-0,0106 <sup>RE</sup>	-2,23 <sup>RE</sup>
	12º	Jul/2006	26	0,54	0,42	0,78 <sup>AL</sup>	0,59 <sup>AL</sup>	-0,0089 <sup>RE</sup>	-2,40 <sup>RE</sup>

$m$ : média;  $s^2$ : variância;  $I$ : Índice razão variância/média;  $I\delta$ : Índice de Morisita;  $C_x$ : coeficiente de dispersão de Green;  $k$ : expoente  $k$  da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança;

Tipo de distribuição: <sup>AG</sup> agregada; <sup>AL</sup> aleatória; <sup>RE</sup> regular.

Nos plantios de *P. taeda* com 12 meses de idade, na 1º amostragem de cada parcela (12A e 12B), não foram registrados parasitóides, não sendo possível, portanto, calcular os índices de dispersão (Tabela 14).

Os valores obtidos para os índices  $I$  e  $I\delta$  em todas as amostragens da parcela 12A, e em oito das onze amostragens da parcela 12B, não apresentaram diferenças da unidade, indicando distribuição aleatória. Outras três amostragens da parcela 12B apresentaram valores estatisticamente diferentes de um, indicando agregação na distribuição espacial destes insetos no campo. No entanto, os índices  $I$  e  $I\delta$ , na 6ª, 8ª, 11ª e 12ª amostragens da parcela 12A e na 2ª, 5ª e 6ª da parcela

12B, apresentaram tendência à regularidade, uma vez que os valores de ambos os índices em ambas as parcelas, mesmo indicando aleatoriedade através do teste do qui-quadrado, mostraram-se menores que um (Tabela 14).

O coeficiente de Green apresentou resultados bem próximos aos encontrados pelos índices  $I$  e  $I\delta$ , mostrando-se diferente somente na confirmação das distribuições regulares na 6ª, 11ª e 12ª amostragens da parcela 12A, e na 2ª, 5ª e 6ª amostragens da 12B, anteriormente descritos como aleatórios com tendência a regularidade por estes índices (Tabela 14).

**Tabela 14.** Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº árvores parasitóide	$m$	$s^2$	$I$	$I\delta$	$C_x$	$k$
A	1º	Ago/2005	-	-	-	-	-	-	-
	2º	Set/2005	18	0,38	0,49	1,29 <sup>AL</sup>	1,88 <sup>AL</sup>	0,0170 <sup>AL</sup>	1,06 <sup>AG</sup>
	3º	Out/2005	28	0,58	0,72	1,24 <sup>AL</sup>	1,39 <sup>AL</sup>	0,0089 <sup>AL</sup>	2,29 <sup>AG</sup>
	4º	Nov/2005	9	0,19	0,20	1,05 <sup>AL</sup>	1,33 <sup>AL</sup>	0,0066 <sup>AL</sup>	3,30 <sup>AG</sup>
	5º	Dez/2005	15	0,31	0,39	1,26 <sup>AL</sup>	1,83 <sup>AL</sup>	0,0184 <sup>AL</sup>	1,25 <sup>AG</sup>
	6º	Jan/2006	11	0,23	0,22	0,96 <sup>AL</sup>	0,87 <sup>AL</sup>	-0,0043 <sup>RE</sup>	-8,46 <sup>RE</sup>
	7º	Fev/2006	6	0,13	0,15	1,15 <sup>AL</sup>	3,20 <sup>AL</sup>	0,0308 <sup>AL</sup>	0,53 <sup>AG</sup>
	8º	Mar/2006	7	0,15	0,13	0,87 <sup>AL</sup>	0,00 <sup>AL</sup>	-0,0222 <sup>RE</sup>	-1,14 <sup>RE</sup>
	9º	Abr/2006	12	0,25	0,28	1,12 <sup>AL</sup>	1,45 <sup>AL</sup>	0,0109 <sup>AL</sup>	2,35 <sup>AG</sup>
	10º	Mai/2006	47	0,98	1,17	1,19 <sup>AL</sup>	1,20 <sup>AL</sup>	0,0042 <sup>AL</sup>	5,03 <sup>AG</sup>
	11º	Jun/2006	60	1,25	1,21	0,97 <sup>AL</sup>	0,97 <sup>AL</sup>	-0,0005 <sup>RE</sup>	-41,90 <sup>RE</sup>
	12º	Jul/2006	29	0,60	0,46	0,77 <sup>AL</sup>	0,59 <sup>AL</sup>	-0,0083 <sup>RE</sup>	-2,48 <sup>RE</sup>
B	1º	Ago/2005	-	-	-	-	-	-	-
	2º	Set/2005	25	0,52	0,51	0,98 <sup>AL</sup>	0,96 <sup>AL</sup>	-0,0008 <sup>RE</sup>	-25,49 <sup>RE</sup>
	3º	Out/2005	12	0,25	0,32	1,28 <sup>AL</sup>	2,18 <sup>AL</sup>	0,0255 <sup>AL</sup>	1,22 <sup>AG</sup>
	4º	Nov/2005	10	0,21	0,21	1,00 <sup>AL</sup>	1,06 <sup>AL</sup>	0,0000 <sup>AL</sup>	16,31 <sup>AL</sup>
	5º	Dez/2005	12	0,25	0,23	0,92 <sup>AL</sup>	0,73 <sup>AL</sup>	-0,0073 <sup>RE</sup>	-3,91 <sup>RE</sup>
	6º	Jan/2006	17	0,35	0,32	0,91 <sup>AL</sup>	0,71 <sup>AL</sup>	-0,0054 <sup>RE</sup>	-3,53 <sup>RE</sup>
	7º	Fev/2006	16	0,33	0,61	1,85 <sup>AG</sup>	3,60 <sup>AG</sup>	0,0566 <sup>AG</sup>	0,49 <sup>AG</sup>
	8º	Mar/2006	24	0,50	0,77	1,54 <sup>AG</sup>	2,09 <sup>AG</sup>	0,0235 <sup>AG</sup>	0,97 <sup>AG</sup>
	9º	Abr/2006	11	0,23	0,27	1,17 <sup>AL</sup>	1,75 <sup>AL</sup>	0,0174 <sup>AL</sup>	1,44 <sup>AG</sup>
	10º	Mai/2006	51	1,06	1,42	1,34 <sup>AL</sup>	1,32 <sup>AL</sup>	0,0068 <sup>AL</sup>	3,14 <sup>AG</sup>
	11º	Jun/2006	98	2,04	2,25	1,10 <sup>AL</sup>	1,05 <sup>AL</sup>	0,0011 <sup>AL</sup>	19,67 <sup>AL</sup>
	12º	Jul/2006	45	0,94	1,42	1,51 <sup>AG</sup>	1,55 <sup>AG</sup>	0,0116 <sup>AG</sup>	1,95 <sup>AG</sup>

$m$ : média;  $s^2$ : variância;  $I$ : Índice razão variância/média;  $I\delta$ : Índice de Morisita;  $C_x$ : coeficiente de dispersão de Green;  $k$ : expoente  $k$  da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança;

Tipo de distribuição: <sup>AG</sup> agregada; <sup>AL</sup> aleatória; <sup>RE</sup> regular.

O expoente  $k$  da distribuição binomial negativa apresentou valores variando de 0,49 a 5,03 em 63,63% e 54,54% das amostragens realizadas na parcelas 12A e 12B, respectivamente (Tabela 14). Este índice, contrário aos demais, indicou agregação em quase todas as amostragens realizadas nestas áreas. Mais uma vez este expoente não se mostrou adequado para inferir-se a respeito da distribuição espacial destes insetos em campo.

Nas plantas de 18 meses de idade, nas primeiras amostragens de cada parcela (ago/2005), não foram registrados parasitóides, não sendo possível, determinar a distribuição espacial dos insetos através dos índices de dispersão (Tabela 15).

Analisando-se os índices  $I$  e  $I\delta$  nestes plantios (Tabela 15), infere-se que em quase todas as amostragens em que o número de indivíduos foi suficiente para permitir a determinação das distribuições, tanto para a parcela 18A (90,90%) quanto para a 18B (81,81%), os valores calculados não diferiram da unidade, enquadrando a população estudada em uma distribuição aleatória. No entanto, os índices  $I$  e  $I\delta$  na 2ª, 3ª, 4ª, 8ª, 10ª e 11ª amostragens da parcela 18A e na 4ª e 9ª amostragens da 18B, apresentaram tendência à regularidade, uma vez que os valores de ambos os índices foram menores que a unidade. A agregação foi constatada apenas na 6ª amostragem da parcela 18A (jan/2006) e na 3ª e 11ª amostragens da parcela 18B (out/2005 e jun/2006).

Estas distribuições também foram confirmados por meio da análise do coeficiente de dispersão de Green, pois em 90,90% das amostragens realizadas na parcela 18A, e em 81,81% em 18B, os valores foram menores que os encontrados pelo teste do qui-quadrado, indicando segundo Davis (1993), distribuição aleatória da população. A agregação foi constatada em apenas uma amostragem da parcela

18A (jan/2006) e em duas da 18B (out/2005 e jun/2006). Valores negativos que, segundo Green (1966), indicam regularidade da população, foi constatado na 2ª, 3ª, 4ª, 8ª, 10ª e 11ª amostragens da parcela 18A e na 4ª e 9ª amostragens da 18B (Tabela 15).

**Tabela 15.** Índices de dispersão ou agregação para distribuição espacial interplantas de *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº árvores parasitóide	<i>m</i>	<i>s</i> <sup>2</sup>	<i>I</i>	<i>I</i> δ	<i>C</i> <sub>x</sub>	<i>k</i>
A	1º	Ago/2005	-	-	-	-	-	-	-
	2º	Set/2005	13	0,27	0,24	0,89 <sup>AL</sup>	0,62 <sup>AL</sup>	-0,0093 <sup>RE</sup>	-2,75 <sup>RE</sup>
	3º	Out/2005	29	0,60	0,50	0,83 <sup>AL</sup>	0,71 <sup>AL</sup>	-0,0060 <sup>RE</sup>	-2,30 <sup>RE</sup>
	4º	Nov/2005	21	0,44	0,38	0,86 <sup>AL</sup>	0,69 <sup>AL</sup>	-0,0068 <sup>RE</sup>	-3,27 <sup>RE</sup>
	5º	Dez/2005	34	0,71	0,93	1,31 <sup>AL</sup>	1,45 <sup>AL</sup>	0,0094 <sup>AL</sup>	2,21 <sup>AG</sup>
	6º	Jan/2006	19	0,40	0,58	1,45 <sup>AG</sup>	2,25 <sup>AG</sup>	0,0250 <sup>AG</sup>	1,75 <sup>AG</sup>
	7º	Fev/2006	5	0,10	0,14	1,40 <sup>AL</sup>	4,80 <sup>AL</sup>	0,1000 <sup>AG</sup>	0,26 <sup>AG</sup>
	8º	Mar/2006	15	0,31	0,26	0,84 <sup>AL</sup>	0,45 <sup>AL</sup>	-0,0115 <sup>RE</sup>	-1,93 <sup>RE</sup>
	9º	Abr/2006	42	0,88	1,09	1,24 <sup>AL</sup>	1,28 <sup>AL</sup>	0,0058 <sup>AL</sup>	2,60 <sup>AG</sup>
	10º	Mai/2006	36	0,75	0,66	0,88 <sup>AL</sup>	0,84 <sup>AL</sup>	-0,0034 <sup>RE</sup>	-6,22 <sup>RE</sup>
	11º	Jun/2006	46	0,96	0,93	0,97 <sup>AL</sup>	0,97 <sup>AL</sup>	-0,0007 <sup>RE</sup>	-38,36 <sup>RE</sup>
	12º	Jul/2006	39	0,81	0,84	1,04 <sup>AL</sup>	1,04 <sup>AL</sup>	0,0010 <sup>AL</sup>	27,57 <sup>AL</sup>
B	1º	Ago/2005	-	-	-	-	-	-	-
	2º	Set/2005	12	0,25	0,28	1,12 <sup>AL</sup>	1,45 <sup>AL</sup>	0,0109 <sup>AL</sup>	2,35 <sup>AG</sup>
	3º	Out/2005	8	0,17	0,23	1,35 <sup>AG</sup>	3,43 <sup>AG</sup>	0,0504 <sup>AG</sup>	0,34 <sup>AG</sup>
	4º	Nov/2005	20	0,42	0,38	0,90 <sup>AL</sup>	0,76 <sup>AL</sup>	-0,0050 <sup>RE</sup>	-4,25 <sup>RE</sup>
	5º	Dez/2005	14	0,29	0,34	1,17 <sup>AL</sup>	1,58 <sup>AL</sup>	0,0133 <sup>AL</sup>	1,81 <sup>AG</sup>
	6º	Jan/2006	12	0,25	0,28	1,12 <sup>AL</sup>	1,45 <sup>AL</sup>	0,0109 <sup>AL</sup>	2,35 <sup>AG</sup>
	7º	Fev/2006	6	0,13	0,15	1,15 <sup>AL</sup>	3,20 <sup>AL</sup>	0,0308 <sup>AL</sup>	0,47 <sup>AG</sup>
	8º	Mar/2006	8	0,17	0,18	1,06 <sup>AL</sup>	1,71 <sup>AL</sup>	0,0084 <sup>AL</sup>	1,70 <sup>AG</sup>
	9º	Abr/2006	16	0,33	0,27	0,82 <sup>AL</sup>	0,40 <sup>AL</sup>	-0,0121 <sup>RE</sup>	-1,50 <sup>RE</sup>
	10º	Mai/2006	26	0,54	0,69	1,28 <sup>AL</sup>	1,18 <sup>AL</sup>	0,0111 <sup>AL</sup>	5,60 <sup>AG</sup>
	11º	Jun/2006	36	0,75	2,02	2,69 <sup>AG</sup>	3,28 <sup>AG</sup>	0,0484 <sup>AG</sup>	0,52 <sup>AG</sup>
	12º	Jul/2006	19	0,40	0,46	1,15 <sup>AL</sup>	1,40 <sup>AL</sup>	0,0083 <sup>AL</sup>	2,85 <sup>AG</sup>

*m*: média; *s*<sup>2</sup>: variância; *I*: Índice razão variância/média; *I*δ: Índice de Morisita; *C*<sub>x</sub>: coeficiente de dispersão de Green; *k*: expoente *k* da distribuição binomial negativa calculado pelo método da máxima verossimilhança;

Tipo de distribuição: <sup>AG</sup> agregada; <sup>AL</sup> aleatória; <sup>RE</sup> regular.

O parâmetro *k* nestes plantios, de maneira geral, não se mostrou eficiente para caracterizar as disposições espaciais destes insetos no campo, uma vez que seus valores foram muito discordantes dos demais índices (Tabela 15). Este expoente, ao contrario dos demais, foi o mais afetado pelo tamanho da população,

apresentando valores muito baixos (índice de agregação) quando os níveis de ocorrência destes insetos mostraram-se muito baixos, o que não aconteceu com os outros índices ( $I$ ,  $I\delta$  e  $C_x$ ). Por conseguinte, esses últimos são preferíveis para definir a distribuição espacial destes insetos no campo.

Segundo Rabinovich (1980), não existe um índice que satisfaça, na maioria dos casos, a todas estas condições. Portanto, para escolher o mais adequado, deve-se ter um conhecimento geral sobre a disposição dos insetos e uma idéia da variabilidade das áreas quanto ao número, tamanho das amostras e densidade média.

Diante dos resultados apresentados, observa-se, de maneira geral, que os valores dos índices indicaram uma distribuição aleatória do parasitóide *X. bifasciatus*, isso indica maior possibilidade de ajuste à distribuição de Poisson.

Embora alguns autores considerem que a verdadeira aleatoriedade é rara na natureza, vários modelos espaciais são bem descritos pela distribuição de Poisson devido a baixas densidades populacionais (Pedigo 1994), como o que ocorreu em quase todas as datas de amostragens realizadas nesta pesquisa.

#### **4.4.2. Distribuições de probabilidade**

Nos plantios de 6 meses de idade, em ambas as parcelas, os valores dos qui-quadrados obtidos para a população de *X. bifasciatus* enquadraram-se apenas no modelo de distribuições teórica de freqüência de Poisson, pois os demais modelos não conseguiram o ajuste devido a insuficiência de classes apresentada para o cálculo do qui-quadrado. Esta insuficiência, por sua vez, foi ocasionada frente a baixa ocorrência destes insetos nestas áreas (Tabela 16).

A distribuição de Poisson representou a distribuição espacial populacional em quatro das dez amostragens realizadas na parcela 6A (out/2005, maio/2006, jun/2006 e jul/2006), e em três das oito amostragens da parcela 6B (out/2005, jun/2006 e jul/2006).

**Tabela 16.** Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de 6 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostr.	Mês	Poisson		Binomial Positiva		Binomial Negativa	
			$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.
A	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	-	-	-	-	-	-
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	i	i	i	i	i	i
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	2,65 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	i	i	i	i	i	i
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	i	i	i	i	i	i
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	i	i	i	i	i	i
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	-	-	-	-	-	-
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	i	i	i	i	i	i
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	i	i	i	i	i	i
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	0,28 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	0,01 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	4,53 <sup>NS</sup>	2	i	i	4,51*	1
B	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	-	-	-	-	-	-
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	i	i	i	i	i	i
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	1,61 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	i	i	i	i	i	i
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	i	i	i	i	i	i
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	i	i	i	i	i	i
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	-	-	-	-	-	-
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	-	-	-	-	-	-
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	i	i	i	i	i	i
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	-	-	-	-	-	-
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	0,53 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	0,86 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i

\* significativo a 5% de probabilidade; NS = não significativo a 5% de probabilidade; i = número de classe de freqüência insuficiente para realização dos testes; G.L = número de graus de liberdade do qui-quadrado

Nos plantios de 12 meses de idade, a população de *X. bifasciatus* ajustou-se bem a distribuição de Poisson, uma vez que apenas três datas de amostragem da parcela 12A (nov/2005, fev/2006 e mar/2006) e em uma da 12B (nov/2005) não se ajustaram a este modelo por insuficiência de classes (Tabela 17). A distribuição

binomial positiva apresentou ajuste em apenas duas datas de amostragens tanto para a parcela 12A quanto para a 12B (jun/2006 e jul/2006). Os ajustes para a binomial negativa não se mostraram muito diferentes disso, apresentando ajustes em apenas três datas de amostragens realizadas na 12A e em cinco na 12B (Tabela 17).

**Tabela 17.** Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de 12 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostr.	Mês	Poisson		Binomial Positiva		Binomial Negativa	
			$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.
A	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	-	-	-	-	-	-
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	1,74 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	2,65 <sup>NS</sup>	1	i	i	0,25 <sup>NS</sup>	1
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	i	i	i	i	i	i
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	0,11 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	0,02 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	i	i	i	i	i	i
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	i	i	i	i	i	i
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	0,62 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	5,78 <sup>NS</sup>	2	6,37*	1	5,28 <sup>NS</sup>	2
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	5,40 <sup>NS</sup>	3	5,87 <sup>NS</sup>	2	5,50 <sup>NS</sup>	2
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	1,96 <sup>NS</sup>	2	1,61 <sup>NS</sup>	1	i	i
B	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	-	-	-	-	-	-
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	0,64 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	0,08 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	i	i	i	i	i	i
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	0,11 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	0,17 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	0,74 <sup>NS</sup>	1	i	i	3,23 <sup>NS</sup>	1
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	1,25 <sup>NS</sup>	1	i	i	0,12 <sup>NS</sup>	1
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	1,15 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	6,01 <sup>NS</sup>	3	7,53*	1	3,02 <sup>NS</sup>	2
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	3,56 <sup>NS</sup>	4	5,14 <sup>NS</sup>	3	3,38 <sup>NS</sup>	4
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	1,27 <sup>NS</sup>	2	1,88 <sup>NS</sup>	1	1,97 <sup>NS</sup>	2

\* significativo a 5% de probabilidade; NS = não significativo a 5% de probabilidade; i = número de classe de freqüência insuficiente para realização dos testes; G.L = número de graus de liberdade do qui-quadrado

O menor valor do qui-quadrado calculado ocorreu novamente para a distribuição de Poisson, pois em 45,45% das amostragens da parcela 12A, e em 63,63% da parcela 12B, a população do inseto em estudo apresentou-se de forma

aleatória entre as plantas de *P. taeda* de 12 meses de idade (Tabela 17).

Para os plantios de 18 meses, assim como nas demais idades, a população de *X. bifasciatus* apresentou melhor ajuste à distribuição de Poisson, uma vez que apenas uma data de amostragem da parcela 18A (fev/2006), e em três na 18B (out/2005, fev/2006 e mar/2006), não foi possível tal ajuste por insuficiência de classes (Tabela 18).

**Tabela 18.** Teste qui-quadrado de aderência das freqüências observadas às freqüências esperadas pelas distribuições de Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa para *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de 18 meses de idade. Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Parcela	Amostr.	Mês	Poisson		Binomial Positiva		Binomial Negativa	
			$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.	$\chi^2$	G.L.
A	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	-	-	-	-	-	-
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	0,28 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	1,58 <sup>NS</sup>	2	1,37 <sup>NS</sup>	1	i	i
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	0,25 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	1,84 <sup>NS</sup>	2	2,57 <sup>NS</sup>	1	0,07 <sup>NS</sup>	1
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	1,77 <sup>NS</sup>	1	i	i	0,59 <sup>NS</sup>	1
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	i	i	i	i	i	i
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	0,84 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	4,91 <sup>NS</sup>	2	6,07*	1	4,94 <sup>NS</sup>	2
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	0,89 <sup>NS</sup>	2	0,70 <sup>NS</sup>	1	0,54 <sup>NS</sup>	1
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	0,12 <sup>NS</sup>	2	0,03 <sup>NS</sup>	1	i	i
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	0,09 <sup>NS</sup>	2	0,10 <sup>NS</sup>	1	0,16 <sup>NS</sup>	1
B	1 <sup>o</sup>	Ago/2005	-	-	-	-	-	-
	2 <sup>o</sup>	Set/2005	0,62 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	3 <sup>o</sup>	Out/2005	i	i	i	i	i	i
	4 <sup>o</sup>	Nov/2005	0,02 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	5 <sup>o</sup>	Dez/2005	1,62 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	6 <sup>o</sup>	Jan/2006	0,62 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	7 <sup>o</sup>	Fev/2006	i	i	i	i	i	i
	8 <sup>o</sup>	Mar/2006	i	i	i	i	i	i
	9 <sup>o</sup>	Abr/2006	1,23 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i
	10 <sup>o</sup>	Mai/2006	0,23 <sup>NS</sup>	1	i	i	2,02 <sup>NS</sup>	1
	11 <sup>o</sup>	Jun/2006	6,19*	2	6,92*	1	5,50 <sup>NS</sup>	3
	12 <sup>o</sup>	Jul/2006	0,06 <sup>NS</sup>	1	i	i	i	i

\* significativo a 5% de probabilidade; NS = não significativo a 5% de probabilidade; i = número de classe de freqüência insuficiente para realização dos testes; G.L = número de graus de liberdade do qui-quadrado

A distribuição binomial positiva apresentou ajuste em apenas cinco amostragens da parcela 18A e em nenhuma na parcela 18B. O modelo binomial

negativo não se mostrou muito diferente, apresentando ajustes em cinco amostragens da parcela 18A e em duas da 18B (Tabela 18).

No que diz respeito ao menor valor do qui-quadrado calculado, o melhor ajuste novamente ocorreu por conta da distribuição de Poisson, pois em 45,45% das amostragens da parcela 18A, e em 63,63% da parcela 18B, a população de *X. bifasciatus* apresentou-se de forma aleatória entre as plantas de *P. taeda* de 18 meses de idade (Tabela 18).

O ajuste dos dados à distribuição aleatória representou mais adequadamente a distribuição espacial das populações do parasitóide *X. bifasciatus* em plantios de *P. taeda* de diferentes idades (6, 12 e 18 meses) na região de Campo do Tenente, PR. Como a distribuição de Poisson apresentou um menor número de amostragens com insuficiência de classes, e com base nos índices de dispersão calculados (com exceção do parâmetro  $k$ ), pode-se sugerir que a aleatoriedade representa mais adequadamente a distribuição espacial destes indivíduos no campo.

De maneira geral, os resultados observados nesta pesquisa estão em concordância com os descritos por Kring & Gilstrap (1983), pois estes autores observaram que a distribuição espacial dos afídeos *S. graminum* e *Rhopalosiphum padi* em plantios de trigo nos Estados Unidos, seguiram um padrão espacial do tipo agregado, enquanto que seus parasitóides, *L. testaceipes*, *Diaeretiella. rapae* e *Aphelinus nigritus* apresentaram, nestes mesmos plantios, um padrão espacial do tipo aleatório, devido às baixas densidades populacionais destes insetos registrados nestes locais de pesquisa.

#### 4.5. Plano de amostragem seqüencial

Foi desenvolvida uma metodologia amostral para avaliar os percentuais de ataque de *C. atlantica* em povoamentos de *Pinus spp.* e que, ao mesmo tempo, estime os percentuais de parasitismo de *X. bifasciatus* em *C. atlantica*.

Procurou-se definir um método de amostragem que priorizasse a redução dos custos e que, ao mesmo tempo, oferecesse boa precisão dos resultados. Assim, a amostragem seqüencial foi considerada a alternativa mais viável, por não apresentar um tamanho fixo de amostra, mas sim tamanhos variáveis, definidos em função de resultados obtidos durante os levantamentos amostrais.

Para facilitar o trabalho de amostragem no campo foi confeccionada uma tabela de amostragem seqüencial a partir dos dados obtidos nesta pesquisa (Tabela 19). Esta tabela foi elaborada, considerando-se o intervalo de confiança com  $Z$  a 90% e o erro tolerável ( $E$ ) de 10% para os percentuais de ataque de 70 a 10%. Este por sua vez fixado em 10% devido a não obtenção de um  $k$  comum, em todas as idades avaliadas, para a construção do plano de amostragem.

Segundo Bianco (1995), quando a distribuição espacial dos insetos é caracterizada como do tipo aleatória ou regular, o número de unidades amostrais é menor, quando comparado com a disposição agregada, portanto, como a caracterização da distribuição espacial de *C. atlantica* foi do tipo agregada, e devido a não obtenção de um  $k$  comum para o desenvolvimento do plano, optou-se em diminuir a porcentagem do erro tolerável ( $E$ ) fixando-o em 10%, a fim de minimizar possíveis erros ocasionados frente a um menor número de pontos amostrais tomados no campo. Pois segundo Kogan & Herzog (1980) e Gusmão (2000), quanto maiores os valores de precisão, melhor e mais confiável será o sistema amostral.

Nos níveis inferiores a 10% de infestação, o tamanho da amostra foi padronizado em 244 árvores e, conseqüentemente, os valores de ( $E$ ) são maiores que os 10% anteriormente estabelecidos, aumentando com a diminuição dos percentuais de ataque. Este procedimento foi adotado segundo Penteado *et al.* (1993), pois a não fixação do número de amostras a partir de um certo valor, implica em um aumento muito grande do tamanho da amostra, inviabilizando o processo.

#### **4.5.1. Utilização da tabela de amostragem seqüencial**

Para a utilização da Tabela 19, deve-se iniciar com uma amostragem de 81 árvores. O número de árvores atacadas da amostra deverá ser anotado na terceira coluna da tabela e comparado ao número de árvores atacadas, apresentado na quarta coluna, o qual neste caso é 57. Se o número de árvores atacadas da amostra for igual ou superior a este, deve-se considerar a amostra completada. Se este número for inferior a 57, continuar o processo, amostrando mais 6 árvores, totalizando 87 plantas amostradas (primeira coluna). Se o número de árvores atacadas for 59 ou mais (quarta coluna), interromper a amostragem. Esse procedimento é repetido até que a regra para finalizar a amostragem seja satisfeita, ou seja, parar o procedimento se o total de árvores infestadas pelo afídeo for igual ou exceder o valor estipulado na quarta coluna.

Quando se atinge o número de 244 árvores amostradas, deve se interromper a amostragem, utilizando-se para cálculo da porcentagem de ataque, o número de árvores atacadas encontradas na amostra.

**Tabela 19.** Amostragem seqüencial para avaliação dos níveis de ataque de *Cinara atlantica* e do parasitismo de *Xenostigmus bifasciatus* em povoamentos de *Pinus taeda*.

Amostragem seqüencial para a determinação da porcentagem de árvores atacadas por <i>Cinara atlantica</i> em povoamentos de <i>Pinus</i> spp.				Avaliação do Parasitismo	
Nº de árvores a serem amostradas	Nº de árvores amostradas	Atacadas da amostra	Mínimo para interromper a amostragem	Nº de colônias	Nº de colônias parasitadas
81			57		
87			59		
92			61		
97			62		
103			64		
108			65		
114			66		
119			67		
124			67		
130			68		
135			68		
141			68		
146			67		
152			67		
157			66		
162			65		
168			64		
173			62		
179			61		
184			59		
189			57		
195			55		
200			52		
206			49		
211			46		
216			43		
222			40		
227			36		
233			33		
238			29		
244			24		
244			22		
244			20		
244			17		
244			15		
244			12		
244			10		
244			7		
244			5		
244			2		
244			0		
Nível de ataque de <i>Cinara atlantica</i>				Nível de parasitismo de <i>Xenostigmus bifasciatus</i>	

Em cada observação, deve ser anotado se há a ocorrência de pulgões na planta amostrada (presença-ausência). Assim, se a planta estiver infestada com pelo menos um pulgão (presença) soma-se o valor 01 (um) ao valor encontrado nas amostragens anteriores.

Considerando dados do presente estudo (Item 4.2.2.), sugere-se que as amostragens realizadas em plantios de *P. taeda* nas idades de 6 meses até 2,5 anos, visando detectar ataques de *C. atlantica* para fins de pesquisas e tomadas de decisões no manejo desta praga, sejam realizadas com maior atenção na região apical das plantas, para que o processo de monitoramento seja mais eficiente e menos dispendioso.

A estimativa do percentual de árvores atacadas no povoamento amostrado pode ser obtida pela utilização da expressão abaixo:

$$\% \text{ de ataque} = \left( \frac{\text{número de árvores atacadas da amostra}}{\text{número de árvores amostradas}} \right) \cdot 100$$

O monitoramento da infestação destes insetos através de modelos seqüenciais, como o proposto nesta pesquisa, faz-se importante para a tomada de decisão sobre os métodos de controle disponíveis, sendo que a maior vantagem deste modelo é a obtenção das taxas de infestação da praga de forma rápida e segura, taxas estas importantes para decidir quando, onde e como agir no controle destes insetos. Outra vantagem deste modelo refere-se à avaliação da eficiência de inimigos naturais, onde, para determinar a necessidade de implementação do controle, a amostragem seqüencial fornece respostas mais rápidas e precisas a um menor custo (Waters 1955).

A questão do número de talhões a serem amostrados e da representatividade do talhão, em relação ao povoamento amostrado, poderá ser resolvida pela utilização dos critérios que definam as parcelas de inventário para fins de levantamentos de crescimento e produção florestal, onde um talhão é caracterizado em função de determinados aspectos, como: tipo de solo, relevo, sistema de manejo, idade do plantio, etc. A amostragem deverá ser realizada por talhão, considerando este talhão como uma área homogênea.

Quanto ao modelo de caminhamento para a realização das inspeções, este deverá propiciar a máxima cobertura da área, considerando a distância percorrida e o tempo dependido para a sua realização, pois as formas dos campos são irregulares e variáveis, sendo que o padrão do percurso deverá se adaptar às condições existentes do local. Deste modo, segundo Fernandes (1987), a melhor forma de caminhamento é aquela que facilite o trabalho de campo, que resulte em menor tempo despendido para o percurso e que permita que uma maior área seja avaliada durante o processo de amostragem.

O monitoramento de *C. atlantica* e de seus inimigos naturais usando-se modelos seqüenciais, deve ser uma prática incorporada permanentemente nos programas de manejo florestal. Entretanto, o modelo desenvolvido neste trabalho, estabelece apenas uma metodologia amostral para avaliar os percentuais de ataque de *C. atlantica* em povoamentos de *Pinus spp.* permitindo que, ao mesmo tempo, se estime os percentuais de parasitismo de *X. bifasciatus* em *C. atlantica*. Dessa forma, seriam necessários estudos adicionais específicos para se estabelecer o Nível Econômico de Prejuízo (NEP) e o Nível de Controle (NC) da praga, para que esta metodologia seja utilizada como uma importante ferramenta, a ser incorporada em um programa de Manejo Integrado de Pragas.

#### 4.5.2. Avaliação do parasitismo de *Xenostigmus bifasciatus* em *Cinara atlantica*

À medida que vão sendo realizadas as amostragens para a avaliação dos percentuais de ataque de *C. atlantica* também poderá ser estimado o percentual de parasitismo de *X. bifasciatus* através da Tabela 19. Este deve ser realizado com base no número de colônias de pulgões parasitadas (presença de adultos ou múmias do parasitóide). Para tanto, devem ser analisadas as plantas que possuam pulgões. Ao iniciar a amostragem de *C. atlantica*, a cada registro de planta infestada, deve ser registrado na quinta coluna o número de colônias presentes na planta e na sexta coluna o número de colônias parasitadas com pelo menos uma das formas do parasitóide (adulto ou múmia). A regra para finalizar a amostragem deve seguir as condições anteriormente descritas para *C. atlantica*, ou seja, atingindo o valor estabelecido para o final da amostragem dos pulgões (terceira coluna), interrompe-se também a amostragem para a avaliação do parasitismo.

Assim como para *C. atlantica*, sugere-se que as amostragens realizadas com o objetivo de avaliar o parasitismo de *X. bifasciatus* em *C. atlantica*, em plantios de *P. taeda* de 6 meses até 2,5 anos, sejam realizadas com maior atenção na região apical das plantas, para que o tempo e os custos necessários para o monitoramento destes insetos sejam minimizados (Item 4.2.3.).

Após o término da amostragem, o cálculo da porcentagem de parasitismo é realizado pela utilização da seguinte expressão:

$$\% \text{ de parasitismo} = \left( \frac{\text{número total de colônias parasitadas}}{\text{número total de colônias amostradas}} \right) \cdot 100$$

A importância da definição de uma metodologia amostral adequada, para avaliação dos níveis populacionais da praga e de seus inimigos naturais, pode ser constatada no trabalho de Bedding (1989), quando este enfatiza que o monitoramento constante, para a detecção da presença e dispersão dos agentes de controle biológico é um aspecto essencial em um programa de controle biológico.

Caldato *et al.* (2004) desenvolveram uma metodologia de amostragem simples e de rápida execução para a avaliação da colonização e dos níveis de parasitismo do parasitóide *X. bifasciatus* em *C. atlantica* em dois plantios distintos de *P. taeda*, um em Campo do Tenente, e outro em Curitiba, PR. A elaboração dessa metodologia ocorreu através da amostragem de todos os ponteiros atacados por *C. atlantica* de 20 plantas por talhão de 10 ha. O modo de caminhamento para a tomada das amostras, baseou-se na avaliação de cinco plantas em uma mesma linha, em seguida intercalava-se cinco linhas para direita e avaliava-se mais cinco plantas em frente, procedendo-se assim até completar as 20 plantas. Segundo os autores, este método de amostragem mostrou-se adequado para detectar a ocorrência e avaliar os níveis de parasitismo de *C. atlantica* por *X. bifasciatus*. Verificou-se que nas áreas estudadas a porcentagem de colônias parasitadas foi de 98,2%.

O modelo de amostragem desenvolvido na presente pesquisa, para a avaliação do parasitismo de *X. bifasciatus* em *C. atlantica*, permite a redução de trabalho, tempo e custos desta atividade, pois além de fornecer precisão dos resultados, permite que seja realizada juntamente com a avaliação dos percentuais de ataque de *C. atlantica* em *Pinus* spp. Dessa forma, a avaliação de parasitóides no campo deve ser realizada, primeiramente, para determinar a sua adaptação em

diferentes condições climáticas, e, posteriormente, para definir se novas liberações deverão ser realizadas.

## 5. CONCLUSÕES

Face às metodologias empregadas nesta pesquisa, os dados estudados e os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A distribuição intra-planta de fêmeas aladas, ápteras e ninfas de *C. atlantica* dá-se preferencialmente no estrato superior das plantas de *P. taeda* de 6, 12 e 18 meses de idade, assim como o seu parasitóide *X. bifasciatus* (múrias e adultos);
- Nos plantios de 6 meses de idade, tanto *C. atlantica* quanto o seu parasitóide *X. bifasciatus*, apresentam preferência mais acentuada pelo estrato superior das plantas em relação às demais idades;
- Do ponto de vista da amostragem, deve-se direcioná-la para a região superior da planta, tanto para a avaliação de percentuais de ataque de *C. atlantica* como para a avaliação de parasitismo de *X. bifasciatus*;
- A distribuição inter-plantas de *C. atlantica* em plantios de *P. taeda* de diferentes idades, na maioria das vezes, é do tipo agregada, sendo esse modelo de distribuição muito influenciado pelo nível da infestação (densidade-dependente);
- A distribuição aleatória tende a representar mais adequadamente a disposição espacial das populações do parasitóide *X. bifasciatus* em plantios de *P. taeda* de 6, 12 e 18 meses de idade em baixas densidades do inseto, como as registradas nos locais desta pesquisa;

- Entre as distribuições de probabilidades estudadas, a distribuição binomial negativa e Poisson foram os modelos que melhor ajustaram-se às distribuições do pulgão-gigante-do-pinus e do seu parasitóide, respectivamente;
- O plano de amostragem seqüencial estabelecido para avaliação dos percentuais de ataque de *C. atlantica* em povoamentos de *P. taeda* permite a obtenção de resultados com maior rapidez a um custo baixo;
- O modelo de amostragem para a avaliação do parasitismo de *X. bifasciatus* em *C. atlantica* permite a redução de trabalho, tempo e custos desta atividade, pois além de fornecer precisão dos resultados, permite que seja realizada juntamente com a avaliação dos percentuais de ataque de *C. atlantica* em *Pinus* spp.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHERBERG, C. van. 1988. Revision of the subfamily Blacinae Foerster (Hymenoptera: Braconidae). **Zoologische Verhandelingen 249**: 1-324.
- ALVES, S.B. 1998. Fungos entomopatogênicos, p. 289-382. In: S.B. ALVES (Ed.), **Controle Microbiano de insetos**. 2ª edição. Piracicaba. Fealq. 1163p.
- ANSCOMBE, F.J. 1949. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. **Biometrics 5**: 165-173.
- BADENHAUSSER, I. & J. LERIN. 1999. Binomial and numerical sampling for estimating density of *Baris coerulescens* (Coleoptera: Curculionidae) on oilseed rape. **Journal of Economic Entomology 92**: 875-885.
- BARBOSA, J.C. & D. PERECIN. 1982. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica 10(2)**: 181-191.
- BARBOSA, J.C.; D. PERECIN & C.P. ABREU. 1987. Aspectos computacionais da estimação dos parâmetros de distribuição binomial negativa e Neyman tipo A, pelo método dos mínimos quadrados. **Rev. Mat. Estat. 5**: 31-43.
- BARBOSA, J.C. 1992. A amostragem seqüencial, p.205-211. In: O.A. FERNANDES, A.C.B. CORREIA & S.A. DE BORTOLI (Eds.). **Manejo integrado de pragas e nematóides**. Jaboticabal: FUNEP. 1992. 253p.

- BEARZOTI, E. & L.H. AQUINO. 1994. Plano de amostragem seqüencial para avaliação de infestação de bicho-mineiro (Lepidoptera: Lyonetiidae) no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **29**(5): 695-705.
- BECHINSKI, E.J. & R.I STOLTZ. 1985. Presence-absence sequential decision plans for *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in garden-seed beans, *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Economic Entomology** **78**: 1475-1480.
- BEDDING, R.A. 1989. Relatório e recomendações sobre o ataque de *Sirex noctilio* no Brasil. Curitiba. Embrapa Florestas. **1**: 8p.
- BIANCO, R. 1995. **Construção e validação de planos de amostragem para o manejo da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho**. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 103p.
- BINNS, M.R. & J.F. NYROP. 1992. Sampling insect populations for the purpose of IPM decision making. **Annual Review of Entomology** **37**: 427-453.
- BLACKMAN, R.L. & V.F. EASTOP. 1984. **Aphids on the world's crops: an identification and information guide**. Chichester: J. Wiley & Sons. 466p.
- BLACKMAN, R.L. 1987. Reproduction, cytogenetics and development, p 163-191. In: A.K. MINKS & P. HARREWIJN (Eds.). **Aphids: their biology, natural enemies**

- and control.** Amsterdam: Elsevier. (World Crop Pests; 2A). 450p.
- BLACKMAN, R.L. & V.F. EASTOP. 1994. **Aphids on the world's trees: an identification and information guide.** Wallingford: CAB International. 987p.
- BLISS, C.I. & R.A. FISHER. 1953. Fitting the negative binomial distribution to biological data. **Biometrics** **9**: 176-200.
- BOIVIN, G. & P. SAURIOL. 1984. Dispersion statistics and sequential sampling plan for leaf blight caused by *Botrytis squamosa* in onions. **Phytopathology** **74**(11): 1385-1387.
- BRACK, C.L. & P. MARSHALL. 1990. Sequential sampling and modeling for mean dominant height estimation. **Australian Forestry** **53**(1): 41-46.
- BURKNESS, E.C.; R.C. VENETTE; P.K. O'ROOURKE & W.D. HUTCHISON. 1999. Binomial sequential sampling for management of aster leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) and aster yellows phytoplasma in carrot: Impact of tally threshold on the accuracy of treatment decisions. **Environmental Entomology** **28**: 851-57.
- CADENAZZI, M.; A. RIBEIRO & A. TERZAGHI. 2003. Muestreo secuencial de *Cinara atlantica* em plantaciones de *Pinus taeda* em rodalés del Departamento de Paysandu, Uruguay (estudio preliminar). In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, Curitiba, 2003. Anais... Colombo: Embrapa Florestas (CD-ROM.)

CALDATO, N.; W. REIS FILHO & E.T. IEDE. 2004. Avaliação de parasitismo de *Xenostigmus bifasciatus* (Hymenoptera: Braconidae) parasitóide do pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae), em florestas de *Pinus*. In: III EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, Colombo, 2004. Anais... Colombo: Embrapa Florestas (CD-ROM). (Embrapa Florestas. Documentos, 102).

CARVER, M.; G.F. GROSS & T.E. WOODWARD. 1991. Hemiptera, p. 429-509. In: (CSIRO Eds.) **The Insects of Australia - A textbook for students and research workers**, Melbourne University Press. 1137p.

CIESLA, W.M. 1991a. Survey and monitoring. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, Muguga, Kenya, 1991. **A crisis in african forestry: proceedings**. Rome: FAO. 113-116.

CIESLA, W.M. 1991b. The cypress aphid, *Cinara cupressi* (Buckton) in Africa. In: WORKSHOP ON EXOTIC APHID PESTS OF CONIFERS, Muguga. Kenya, 1991. **A crisis in african forestry: proceedings**. Rome: FAO, p. 33-47.

COSTA LIMA, V.F. 1942. **Insetos do Brasil** - 3º tomo: Homópteros. Esc. Nac. Agr. Série Didática nº 4. Imprensa Nacional. Rio de Janeiro, 327p.

COSTA, C.L. 1998. Vetores de vírus de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas 6**: 103-171.

- COSTA, C.L.; V.F. EASTOP & R.L. BLACKMAN. 1993. Brazilian Aphidoidea: I. Key to families, subfamilies and account of the Phylloxeridae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **28**: 197–215.
- COSTELLO, M.J. 1995. Spectral reflectance from a broccoli crop with vegetation or soil as background: influence on immigration by *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. **75**: 109-118.
- CROFT, B.A & S.C. HOYT. 1983. **Integrated management of insect pest of pome and stone fruits**. New York, Wiley Interscience, 454p.
- DAVIS, P.M. 1993. Statistics for describing populations, p. 33-54. In: L. PEDIGO & G.D. BUNTIN (Eds.). **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 736p.
- DAY, R.; S. ATUAHENE; M. GICHORA; E. MUTITU, & D. CHACHA. 1993. **Sampling Cypress Aphids**. Biological Control of Forest Aphids in Africa, Technical Bulletin Series nº 2. International Institute of Biological Control, Nairobi, Kenya. 43p.
- DEGRANDE, P.E.; M.A OLIVEIRA; J.F. RIBEIRO; R. BARROS; R.F. NOGUEIRA; A.L.L. RODRIGUES & M.G. FERNANDES. 2003. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas do algodoeiro. **Arquivo Instituto Biológico** **70**(3): 291-294.

- DIXON, A.F.G. 1977. Aphid ecology: life cycles, polymorphism, and population regulation. **Annual Review of Ecology and Systematics** **8**: 329-353.
- DIXON, A.F.G. 1987. Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids, p. 269-285. In: A.K. MINKS & P. HARREWUN (Eds.). **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier. (World Crop Pests; 2A). 450p.
- DUFFIELD, S.J.; R.J. BRYSON; J.E.B. YOUNG; R. SYLVESTER-BRADLEY & R.K. SCOTT, 1997. The influence of nitrogen fertilizer on the population development of the cereal aphids *Sitobion avenae* (F.) and *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) on field grown winter wheat. **Annals of Applied Biology** **130**: 13-26.
- EASTOP, V.F. 1972. A taxonomic review of the species of *Cinara curtis* occurring in Britain (Hemiptera: Aphididae) **Bulletin of the British Museum Natural History Entomology** **27**(2): 101-186.
- EASTOP, V.F. 1977. World wide importance of aphid as virus vector, p. 4-47. In: K.F. HARRIS & K. MARAMOROSCH (Eds.). **Aphid as virus vectors**. New York: Academic. 537p.
- ELLIOTT, N.C.; R.W. KIECKHEFER & D.D. WALGENBACH. 1990. Binomial Sequential Sampling Methods for Cereal Aphids in Small Grains. **Journal of Economic Entomology** **83**(4): 1381-1387.

- ELLIOTT, J.M. 1979. **Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates.** Occasional Publication. Freshwater Biological Association, Ambleside, nº 25, 148p.
- FARIAS, P.R.S.; J.C. BARBOSA & A.C. BUSOLI. 2001. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. **Neotropical Entomology** 30: 681-689.
- FENG, M.G. & R.M. NOWIERSKI. 1992. Spatial Distribution and Sampling Plans for Four Species of Cereal Aphids (Homoptera: Aphididae) Infesting Spring Wheat in Southwestern Idaho. **Entomological Society of America** 84(3): 830-837.
- FENG, M.G.; R.M. NOWIERSKI; Z. ZENG & A.L. SCHAREN. 1993. Estimation of population density of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) from the proportion of grain tillers with different tally thresholds of aphids. **Journal of Economic Entomology** 6: 427-435.
- FERNANDES, E.J. 1987. **Sistemas de amostragem e decisão seqüencial e não seqüencial em inspeções de campos de produção de sementes de soja.** Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias/UNESP, Jaboticabal, SP, 88p.
- FLINT, M.L. & R. VAN DEN BOSCH. 1981. **Introduction to integrated pest management.** New York: Plenum Press. 240p.

- FOX, R.C. & K.H. GRIFFITH. 1977. Pine seedling growth loss caused by cinaran aphids in South Carolina. **Journal of the Georgia Entomological Society** **12(1)**:.29-34.
- FRAZER, B.D. 1988. Predators, p. 217-230. In: A.K. MINKS & P. HARREWIJN (Eds.). **Aphids their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier. (World Crops Pests, 2B). 364p.
- GALLO, D.; O. NAKANO; S. SILVEIRA NETO; R.P.L. CARVALHO; G.C. BAPTISTA; E. BERTI FILHO; J.R.P. PARRA; R.A. ZUCCHI; S.B. ALVES; J.D. VENDRAMIN; L.C. MARCHINI; J.R.S. LOPES & C. OMOTO. 2002. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920p.
- GODFRAY, H.C.J. 1994. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**. Princeton University Press, Princeton, N.J. 488p.
- GRAVENA, S. 1992. **Manejo ecológico de pragas no pomar**. Jaboticabal/CEMIP. 31p.
- GREEN, R.H. 1966. Measurement of non: randomness in spatial distributions. **Researches on Population Ecology** **8(1)**: 1-7.
- GRISSELL, E.E. 1999. Hymenopteran biodiversity: some alien notions. **American Entomology** **45(4)**: 235-244.

- GUSMÃO, M.R. 2000. **Avaliação de vetores de viroses, predadores e parasitóides e plano de amostragem para mosca-branca do tomateiro.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 42p.
- HASSEL, M.P. 1987. Detecting regulation in a patchily distributed animal populations. **Journal Animal Ecology** **56**: 705-713.
- HEADS, P.A. & J.H. LAWTON. 1983. Studies on the natural enemy complex of the holly leaf-miner: The effects of scale on the detection of aggregative responses and its implications for biological control. **Journal of Ecology** **40**: 267-276.
- HODDLE, M.S. 2002. Classical Biological Control of Arthropods in the 21st Century. In: 1<sup>st</sup> International Symposium on Biological Control of Arthropods. Honolulu, Hawaii, USA, January 14-18, 2002. **Anais eletrônicos**. The University of Georgia, 2003. Disponível em: <<http://www.bugwood.org/arthropod/day1/hoddle.pdf>> Acesso em: 02 ago. 2006.
- HOLLINGSWORTH, C.S. & C.A. GATSONIS. 1990. Sequential sampling plans for green peach aphid (Homoptera: Aphididae) on potato. **Journal of Economic Entomology** **83**(4): 1365-1369.
- IEDE, E.T. 2003. **Monitoramento das populações de *Cinara* spp. (Hemiptera: Aphididae: Lachninae), avaliação de danos e proposta para o seu manejo integrado em plantios de *Pinus* spp. (Pinaceae), no sul do Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 171p.

IEDE, E.T.; S.M.N. LAZZARI; S.R.C. PENTEADO; R.C. ZONTA DE CARVALHO & R.F. RODRIGUEZ-TRENTINI. 1998. Ocorrência de *Cinara pinivora* (Homoptera: Aphididae, Lachninae) em reflorestamentos de *Pinus* spp. no sul do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Zoologia. Recife, PE, 1998, Recife. **Anais...** p. 141.

INGRAM, W.R. & S.M. GREEN. 1972. Sequential sampling bollworms on rainrow cotton in Botswana. **Cotton Grower Review** **49**: 265-275.

IWAO, S. 1975. A new method of sequential sampling to classify populations relative to a critical density. **Research on Population Ecology** **16**: 281-288.

JOHNSON, R.A. & S. KOTZ. 1969. **Discrete distributions**. Houghton Mifflin Co., Boston, 328p.

KARANDINOS, M.G. 1976. Optimum sample size and comments on some published formulae. **Entomological Society of America** **22**: 417-421.

KAVALLIERATOS, N.G; C.G. ATHANASSIOU; Z. TOMANOVIC; A. SCIARRETTA; P. TREMATERRA & V. ZIKIC. 2005. Seasonal occurrence, distribution and sampling indices for *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphidoidea) and its parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on tobacco. **European Journal Entomology** **102**: 459-468.

KAVALLIERATOS, N.G; Z. TOMANOVIC; P. STARÝ; C.G. ATHANASSIOU; G.P. SARLIS; O. PETROVIC; M. NIKETIC & M.A. VERONIKI. 2004. A survey of aphid

- parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiidae) of southeastern Europe and their aphid-plant associations. **Applied Entomology and Zoology** **39**(3): 527-563.
- KFIR, R.; F. KIRSTEN & H.J. RENSBURG. 1985. *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasite introduced into South Africa for biological control of the black pine aphid, *Cinara cronartii* (Homoptera:Aphididae). **Environmental Entomology** **14**(5): 597-601.
- KIDD, N.A.C. 1985. The role of the host plant in the population dynamics of the large pine aphid. *Cinara pinea*, **Journal of Ecology** **44**: 114-122.
- KIDD, N.A.C. 1988. The large pine aphid on Scots pine in Britain, p. 111-128. In: A.A. BERRYMAN (Ed.). **Dynamics of forest insect populations: patterns, causes, implications**. Dordrecht: Kluwer Academic. XXVII + 603p.
- KIMMINS, F. 1982. The probing behavior of *Rhopalosiphum maidis*, p. 411-412. In: J.H. VISSER & A.K. MINKS (Eds.). **Insect-plant relationships**. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation. (ver páginas)
- KNUDSEN, G.R.; D.J. SCHOTZKO & C.R. KRAG. 1994. Fungal Entomopathogen Effect on Numbers and Spatial Patterns of the Russian Wheat Aphid (Homoptera: Aphididae) on Preferred and Nonpreferred Host Plants. **Entomological Society of America** **26**(6): 1558-1567.

- KOGAN, M. & D.C. HERZOG. 1980. Sequential sampling, p.65-97. In: M. KOGAN & D.C. HERZOG (Eds.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag. 587p.
- KREBS, C.J. 1989. **Ecological methodology**. New York: Harper and Hall. 654p.
- KRING, T.J. & F.E. GILSTRAP. 1983. Within-field distribution of Greenbug (Homoptera: Aphididae) and Its Parasitoids in Texas Winter Wheat. **Entomology Society of America** **76**(1): 57-62.
- KUNERT, G.; S. OTTO; V.S.R. RÓSE; L. GERSHENZON & W.W. WEISSER. 2005. Alarm pheromone mediates production of winged dispersal morphs in aphids. **Ecology Letters** **8**(6): 596-603.
- KUNO, E. 1991. Sampling and analysis of insect populations. **Annual Review Entomology** **36**: 285-304.
- LARSSON, S. 1985. Seasonal changes in the within-crown distribution of the aphid *Cinara pini* on Scots pine. **Oikos** **45**: 217-222.
- LASALLE, J. & I.D. GAULD. 1993. **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, C.A.B. International, 348p.
- LAZZARI, S.M.N. & R.C. ZONTA DE CARVALHO. 2000. Aphids (Homoptera: Aphididae: Lachninae: Cinarini) on *Pinus* spp. and *Cupressus* sp. in Southern Brazil. In: International Congress of Entomology. Foz do Iguaçu, PR, 2000.

- Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2000. 1: 493. (Embrapa Soja. Documentos, 143).
- LI, S.Y. & S.M. FITZPATRICK. 1997. Monitoring obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) larvae and adults on raspberries. **Environmental Entomology** 26(2): 170-177.
- LOUREIRO, E. de S.; N.C. OLIVEIRA; C.F. WILCKEN; A. BATISTA FILHO & L.G.A PESSOA. 2004. Primeiro relato de epizootia de *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* (Zimm.) Viègas (Classe-forma: Hyphomycetes) ao pulgão-do-pinus *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) no estado de São Paulo. **Arquivo Instituto Biológico** 71(4): 515-516.
- MAITEKI, G.A. & R.J LAMB. 1987. Sequential decision plan for control of pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera : Aphididae) on field peas in Manitoba. **Journal of Economic Entomology** 80(3): 605-607.
- MARUYAMA, W.I.; J.C. BARBOSA; M.G. FERNANDES & P.T. YAMAMOTO. 2002. Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. **Neotropical Entomology** 31: 35-40.
- MENDENHALL, W. 1985. **Probabilidade e estatística**. Rio de Janeiro. Campus. 489p.
- MORISITA, M. 1959. Measuring of dispersion of individuals and analysis, of the

- distributional patterns. **Memoirs of the Faculty of Science** 2(4): 215-235.
- MORISITA, M. 1962. I $\alpha$  index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology** 4: 1-7.
- MYERS, J.H. 1978. Selecting a measure of dispersion. **Environmental Entomology** 7: 619-621.
- MURDIE, G. 1972. Problems of data analysis. **IBID.** 1: 295-318.
- NARANJO, S.E. & H.M. FLINT. 1994. Spatial distribution of preimaginal *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton and development of fixed-precision sequential sampling plans. **Environmental Entomology** 23(2): 254-266.
- NAULT, B.A. & G.G. KENNEDY. 1996. Sequential sampling plans for use in timing insecticide applications for control of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in potato. **Journal of Economic Entomology** 89(6): 1468-1476.
- NAULT, L.R. & M.E. MONTGOMERY. 1977. Aphid pheromones, p. 528 - 543. In: K.F. HARRIS & K. MARAMOSCH (Eds.). **Aphids as virus vectors**. New York: Academic Press. 537p.
- NORRIS, R.F.; E.P. CASWELL-CHEN & M. KOGAN. 2001. **Concepts in Integrated Pest Management**. New Jersey: Prentice Hall. 608p.

- NYROP, J.P. & M.R. BINNS. 1992. Algorithms for computing operating characteristic and average sample number functions for sequential sampling plans based on binomial count models and revised plans for European red mite (Acari: Tetranychidae) on apple. **Journal of Economic Entomology** **85**: 1253–1273.
- NYROP, J.P. & G.A. SIMMONS. 1984. Errors incurred when using Iwao's sequential decision rule in insect sampling. **Environmental Entomology** **13**(6): 1459-1465.
- OLIVEIRA, N.C. 2003. **Efeito de diferentes sistemas de manejo de plantas invasoras sobre o controle biológico e incidência de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* e biologia de coccinelídeos (Coleoptera).** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, SP. 72p.
- OLIVEIRA, S. 2006. **Fatores biológicos e comportamentais do parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Ashmead 1891) (Hymenoptera: Braconidae) visando a otimização de criação massal em laboratório e índice de parasitismo em casa-de-vegetação.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 78p.
- OTTATI, A.L.T. 2004. **Aspectos bioecológicos do pulgão- gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae), em *Pinus* spp. (Pinaceae).** Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, SP. 133p.

- PATTI, J.H. & R.C. FOX. 1981a. Seasonal occurrence of *Cinara* spp. and *Essigella pini* Wilson on loblolly pine, *Pinus taeda* L. **Journal of the Georgia Entomological Society** **16**(1): 96-105.
- PATTI, J.H. & R.C. FOX. 1981b. Vertical and lateral distribution of *Cinara* spp. and *Essigella pini* Wilson on loblolly pine, *Pinus taeda* L. **Journal of the Georgia Entomological Society** **16**(2): 214-218.
- PEDIGO, L.P. 1988. **Entomology and pest management**. New York: Macmillan. 646p.
- PEDIGO, L.P. 1994. Introduction to sampling arthropod populations, p.1-11. In: L.P. PEDIGO & G.D. Buntin (Eds.). **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**, Boca Raton: CRC Press. 736p.
- PENTEADO, S.R.C.; E.B. OLIVEIRA & E.T. IEDE. 1993. Amostragem seqüencial para determinação dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de *Pinus* spp. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *SIREX NOCTILIO*, NA AMÉRICA DO SUL (Florianópolis 1992). Anais. Colombo: Embrapa/FAO/USDA/FUNCEMA. p. 175-181.
- PENTEADO, S.R.C.; R.F. TRENTINI; E.T. IEDE, & W. REIS FILHO. 2000. Ocorrência, distribuição, danos e controle de pulgões do gênero *Cinara* em *Pinus* spp. no Brasil. **Floresta** **30**(1/2): 55-64.

- PENTEADO, S.R.C.; W. REIS FILHO; E.T. IEDE; A. GRIGOLETTI JUNIOR & E.C. QUEIROZ. 2001. Ocorrência de *Verticillium lecanii* em populações de *Cinara pinivora* e *Cinara atlantica*, no Brasil. In: VII SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, Lavras, MG. 2001. **Anais...** p. 324.
- PENTEADO, S.R.C.; W. REIS-FILHO; E.C. QUEIROZ & S. OLIVEIRA. 2003. Aspectos biológicos e comportamentais de *Xenostigmus bifasciatus* (Hymenoptera, Braconidae), parasitóide de *Cinara atlantica* (Homoptera, Aphididae). IIIV Simpósio de Controle Biológico. São Pedro, SP. 2003. **Anais...** p. 129.
- PEPER, J.O. & A.N. TISSOT. 1973. **Pine-feeding species of *Cinara* in the Eastern United States (Homoptera: Aphididae)** Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences. (Florida Agricultural Experiment Stations Monograph Series nº 3) 160p.
- PIETERS, E.P. & W.L. STERLING. 1973. Interferences on the distributions of cotton arthropods in Texas. **Environmental Entomology** 2: 863-867.
- PIKE, K.S.; P. STARY; T. MILLER; G. GRAF; D. ALLISON; L. BOYDSTON & R. MILLER. 2000. Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) of Northwest USA. **Proceedings of the Entomological Society of Washington** 102(3): 688-740.
- PONSEN, M.B. 1977. Anatomy of an aphid vector: *Myzus persicae*, p. 6-79. In: K.F.

- HARRIS & K. MARAMOSCH (Eds.). **Aphids as virus vectors**. New York: Academic Press. 537p.
- QUEIROZ, E.C. 2005. **Avaliação da infestação de *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae) em mudas de *Pinus taeda* L. (Pinaceae) em função da época de plantio**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 59p.
- RABINOVICH, J.E 1980. **Introducción a la ecología de poblaciones animales**. México: Comp. Ed. Continental. 313p.
- RÉGNIERE, J.; R. BOULET & J.J. TURGEON. 1988. Sequential sampling plan with two critical levels for spruce bud moth (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Economic Entomology** 81(1): 220-224.
- REIS-FILHO, W.; E.T. IEDE; S.R.C. PENTEADO; N. CALDATO & S. OLIVEIRA. 2004. Introdução, criação massal, liberação e dispersão de *Xenostigmus bifasciatus* (Hymenoptera, Braconidae), parasitóide do pulgão-gigante-do-pinus *Cinara* spp (Hemiptera, Aphididae). In: XX Congresso Brasileiro de Entomologia. Gramado, RS. 2004. **Anais...** 695p.
- ROBERT, Y.; C.A. DEDRYVER & J.S. PIERRE. 1988. Sampling techniques, p 1-17. In: A.K. MINKS & P. HARREWIJN (Eds.). **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier. (World Crop Pests; 2B). 364p.

ROJAS, R.A. 1970. El combate de plagas como problema de decision estadistico.

**Agrociencia 5**: 101-107.

SANTOS, A.L. dos; C. WIKLER & F.M. ANDRADE. 2003. Metodologia de amostragem do pulgão-do-pinus. In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, Curitiba, PR. 2003. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, CD-ROM.

SCORZA JÚNIOR, R.P.; L.H. de AQUINO & V.H.P. BUENO. 1996. Plano de amostragem seqüencial para avaliação de infestação de *Therioaphis trifolii* (Monell) f. *maculata* (Homoptera: Aphididae) em Albany, Califórnia, EUA. **Ciência e Agrotecnologia 20**(3): 346-351.

SHELTON, A.M.; J.P. NYROP; R.C. NORTH; C. PETZOLDT & R. FOSTER. 1987. Development and use of a dynamic sequential program for onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on onions. **Journal of Economic Entomology 80**(5): 1051-1056.

SILVEIRA NETO, S.; O. NAKANO; D. BARBIN & N.A.V. NOVA. 1976. **Manual de Ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 416p.

SNEDECOR, G.W. & W.G. COCHRAN. 1978. **Métodos Estadísticos**. Companhia Editorial Continental, S.A. México, 703p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. 2006. **Fatos e números do Brasil Florestal**. São Paulo: SBS, 109p.

- SOUSA-SILVA, C.R. & F.A. ILHARCO. 1995. **Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras (lista preliminar)**. São Carlos: EDUFSCar, 85p.
- SOUTHWOOD, R. 1991. **Ecological Methods: with particular reference to the study of insects populations**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 524p.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. **Ecological methods**. 2 ed., New York, John Wiley & Sons, 525p.
- STARÝ, P. 1970. **Biology of aphid parasites (Hymenoptera, Aphidiidae)** Dr. W. Junk. The Hague (ed.) 643p.
- STARÝ, P. 1988. Natural enemies. In: A.K. MINKS & P. HARREWING (Eds.). **Aphids. Their biology, natural enemies and control**. Elsevier, Amsterdam. 364p.
- STERLING, W.L. 1975. Sequential sampling of cotton insect populations. In: Beltwide Cotton Prod. Res. Congr., New Orleans: Proceedings. p.133-135.
- STERLING, W.L.; E. BLEICHER & F.M.M. JESUS. 1983. Um programa de manejo integrado para insetos do algodoeiro no Nordeste do Brasil usando amostragem seqüencial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 12(1): 85-98.
- SUBRAMANYAM, B.H.; D.W. HAGSTRUM. 1996. Sampling, p.135-193. In: B. SUBRAMANYAM & D.W. HAGSTRUM (Eds.). **Integrated management of Insects in stored products**. New York: M. Dekker. 426p.

- TAYLOR, L.R. 1961. Agregation, variance and the mean. **Nature** **189**: 732-735.
- TAYLOR, L.R. 1965. A natural law for the spatial disposition of insects. In: INTERNATIONAL ENTOMOLOGY CONGRESS, 12. London, 1965. Proceedings, London: Cambridge University Press. p. 396-397.
- TAYLOR, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology** **29**: 321-357.
- TOLEDO, F.R. de; J.C. BARBOSA & P.T. YAMAMOTO. 2006. Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura** **28**(2): 194-198.
- VIEIRA NETO, J.; L.H. AQUINO; E. BEARZOTI & J.C. SOUZA. 1999. Otimização da amostragem seqüencial para o monitoramento do bicho-mineiro do cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetidae) em Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia** **23**(3): 707-718.
- VOEGTLIN, D.A. & C.A. BRIDGES. 1988. **Catalog of the *Cinara* species of North America (Homoptera:Aphididae)**. Illinois Natural History Survey. Special Publication 55p.
- VOEGTLIN, D. 2003a. The *Cinara* of North América: host relationships and biology. In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, Curitiba, 2003. Anais... Colombo: Embrapa Florestas (CD-ROM.)

- VOEGTLIN, D. 2003b. Searching for parasites of *Cinara* on pines in the South Eastern United States. In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, Curitiba, 2003. Anais... Colombo: Embrapa Florestas (CD-ROM.)
- WALD, A. 1945. Sequential tests of statistical hypothesis. **The Annals of Mathematical Statistics 16**: 117-186.
- WALD, A. 1947. **Sequential analysis**. New York, J. Wiley & Sons, 211p.
- WATERS, W.E. 1955. Sequential sampling in forest insect surveys. **Forest Science 1**(1): 68-79.
- WATERS, W.E. 1959. A quantitative measure of aggregation in insects. **Journal of Economic Entomology 52**: 1180-1183.
- WHARTON, R.A.; P.M. MARSH & M.J. SHARKEY. 1997. **Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)**. Washington, Special Publication of the International Society of Hymenopterists. 439p.
- WILSON, L.T. & P.M. ROOM. 1983. Clumping patterns of fruit and arthropods in cotton with implications for binomial sampling. **Environmental Entomology 12**: 50-58.
- WILSON, L.T.; W.L. TERLING; D.R. RUMME & J.E. DEVAY. 1989. Quantitative sampling principles in cotton IPM, p.85-119. In: R.E FRISBIE; K.M. EI-ZIK & L.T. WILSON (Eds.). **Integrated pest management systems and cotton**

**production.** New York: John Wiley, Inc. 437p.

WRIGHT, L.C.; W.W. CONE; G.W. MENZIES & T.E. WILDMAN. 1990. Numerical and binomial sequential sampling plans for the hop aphid (Homoptera: Aphididae) on hop leaves. **Journal of Economic Entomology** **83**(4): 1388-1394.

YOUNG, L.J. & J.H. YOUNG. 1998. **Statistical ecology: A population perspective.** Boston, Kluwer Academic Publishers, 565p.

ZALESKI, S.R.M. 2003. **Biologia, danos e determinação dos limites térmicos para o desenvolvimento de *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* L. (Pinaceae).** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 70p.

ZALESKI, S.R.M.; S.M.N. LAZZARI & S.R.C. PENTEADO. 2005. Danos qualitativos e quantitativos de *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae) em mudas de *Pinus taeda* Linnaeus (Pinaceae). **Revista Brasileira de Zoologia** **27**(3): 591-595.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Dados meteorológicos obtidos pela estação meteorológica pertencente à empresa Arauco Forest Brasil S/A, localizada na Fazenda Lageado, Campo do Tenente, PR, período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Mês	Temperatura máxima (C°)	Temperatura mínima (C°)	Precipitação (mm)
Agosto 2005	21,81	8,94	158,50
Setembro 2005	17,00	11,10	228,30
Outubro 2005	21,35	14,90	240,00
Novembro 2005	23,00	13,87	93,80
Dezembro 2005	23,68	14,35	129,20
Janeiro 2006	27,39	17,35	196,30
Fevereiro 2006	26,11	17,07	93,62
Março 2006	25,74	17,65	188,80
Abril 2006	20,58	11,32	13,20
Mai 2006	17,68	6,84	17,00
Junho 2006	19,33	10,00	38,40
Julho 2006	19,89	8,89	38,70

**Anexo 2.** Dimensionamento da amostra realizado através de um teste piloto após instalação dos experimentos (agosto de 2005) em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades; Campo do Tenente, PR.

Parcela	Nº	Plantas 6 meses		Plantas 12 meses		Plantas 18 meses	
		Nº pulgões	log(x+1)	Nº pulgões	log(x+1)	Nº pulgões	log(x+1)
A	1	8	0,954243	4	0,69897	32	1,518514
	2	6	0,845098	102	2,012837	5	0,778151
	3	5	0,778151	12	1,113943	7	0,90309
	4	7	0,90309	17	1,255273	23	1,380211
	5	12	1,113943	42	1,633468	22	1,361728
	6	1	0,30103	5	0,778151	17	1,255273
	7	15	1,20412	24	1,39794	5	0,778151
	8	2	0,477121	9	1	12	1,113943
	9	3	0,60206	120	2,082785	3	0,60206
	10	4	0,69897	8	0,954243	4	0,69897
	11	9	1	12	1,113943	13	1,146128
	12	5	0,778151	16	1,230449	7	0,90309
	13	6	0,845098	9	1	5	0,778151
	14	10	1,041393	7	0,90309	4	0,69897
	15	5	0,778151	14	1,176091	45	1,662758
	$s^2$	14,26667	0,056844	1269,21	0,166841	150,2571	0,111905
	$m$	6,533333	0,821375	26,73333	1,223412	13,6	1,038613
	$n$	36,49938	9,201013	193,9366	12,17277	88,71354	11,32862
B	1	7	0,90309	13	1,146128	16	1,230449
	2	5	0,778151	40	1,612784	13	1,146128
	3	2	0,477121	10	1,041393	5	0,778151
	4	7	0,90309	279	2,447158	10	1,041393
	5	8	0,954243	130	2,117271	5	0,778151
	6	5	0,778151	110	2,045323	32	1,518514
	7	4	0,69897	16	1,230449	20	1,322219
	8	18	1,278754	8	0,954243	3	0,60206
	9	13	1,146128	14	1,176091	23	1,380211
	10	6	0,845098	12	1,113943	17	1,255273
	11	4	0,69897	10	1,041393	8	0,954243
	12	4	0,69897	50	1,70757	36	1,568202
	13	21	1,342423	17	1,255273	12	1,113943
	14	2	0,477121	27	1,447158	32	1,518514
	15	3	0,60206	132	2,123852	3	0,60206
	$s^2$	32,49524	0,06764	5727,41	0,232387	120,0952	0,104445
	$m$	7,266667	0,838823	57,86667	1,497335	15,66667	1,120634
	$n$	67,20194	10,49776	186,7815	11,31895	53,43246	9,082198

$s^2$ : variância amostral;  $m$ : média amostral;  $n$ : tamanho da amostra

**Anexo 3.** Ficha de inspeção para avaliação de campo. Campo do Tenente, PR, período de agosto de 2005 a julho de 2006.

Distribuição inter-plantas de *Cinara atlantica* e do seu parasitóide *Xenostigmus bifasciatus*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
32																								

Área: \_\_\_\_\_ Parcela: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_

Amostragem para determinação da distribuição intra-planta de *Cinara atlantica* e do parasitóide *Xenostigmus bifasciatus*

Hº	Quant Pulgões			Quant mummies			Quant Adultos			Altura
	Sup	Med	Inf	Sup	Med	Inf	Sup	Med	Inf	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

**Observação:**  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Legenda Censo	
1	Pulgão
2	Parasitóide
3	Pulgão + Parasitóide
x	Sem ataque
F	Falha

**Anexo 4.** Altura média das plantas de *Pinus taeda* amostradas mensalmente em plantios de 6, 12 e 18 meses de idade (n=20), Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006.

Amostragem	Mês	Altura média (m)		
		Área 6 meses	Área 12 meses	Área 18 meses
1º	Agosto 2005	0,33	0,69	1,42
2º	Setembro 2005	0,43	0,73	1,57
3º	Outubro 2005	0,49	0,79	1,74
4º	Novembro 2005	0,61	1,19	1,99
5º	Dezembro 2005	0,69	1,60	1,80
6º	Janeiro 2006	0,70	1,82	2,12
7º	Fevereiro 2006	0,78	1,98	2,01
8º	Março 2006	1,13	2,10	2,24
9º	Abril 2006	1,03	2,15	2,69
10º	Maio 2006	1,28	2,05	2,47
11º	Junho 2006	1,15	2,29	2,95
12º	Julho 2006	1,19	2,44	3,40

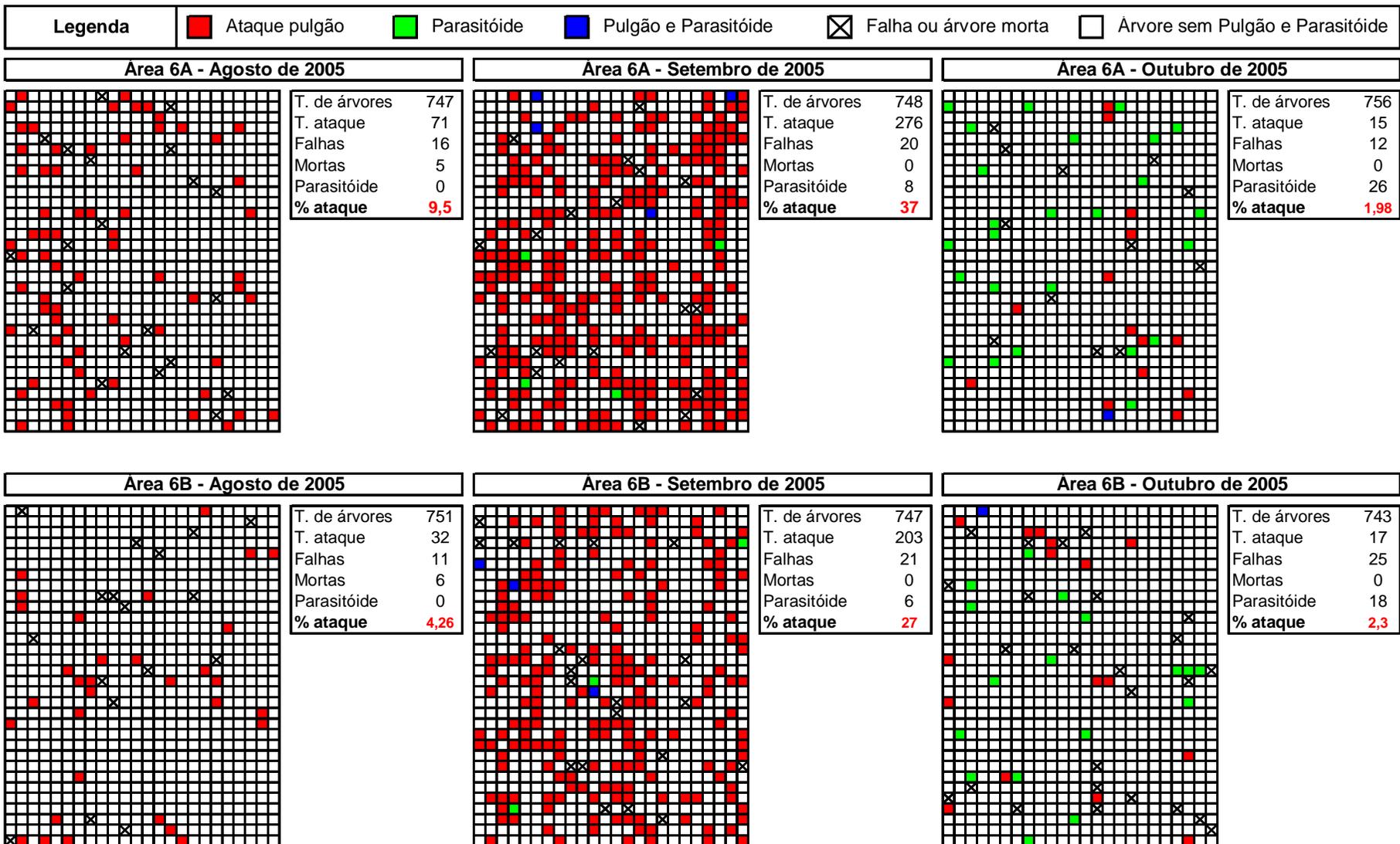
**Anexo 5.** Porcentagem de plantas infestadas por *Cinara atlantica* amostradas mensalmente em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades, Campo do Tenente, PR; agosto de 2005 à julho de 2006. (Média de todas as plantas das parcelas A e B).

Amostragem	Mês	Infestação (%)		
		Área 6 meses	Área 12 meses	Área 18 meses
1º	Agosto 2005	6,90	20,00	13,00
2º	Setembro 2005	32,00	64,50	71,00
3º	Outubro 2005	2,15	7,25	31,50
4º	Novembro 2005	24,50	60,00	97,00
5º	Dezembro 2005	24,50	58,00	60,00
6º	Janeiro 2006	15,85	32,00	33,50
7º	Fevereiro 2006	24,00	55,00	40,00
8º	Março 2006	13,50	29,00	50,50
9º	Abril 2006	16,70	32,50	37,50
10º	Maio 2006	32,50	46,50	35,50
11º	Junho 2006	52,50	48,50	31,00
12º	Julho 2006	17,50	10,60	5,40

**Anexo 6.** Ocorrência de múmias e adultos de *Xenostigmus bifasciatus* amostrados mensalmente em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades, Campo do Tenente, PR; Agosto de 2005 à Julho de 2006. (Média de todas as plantas das parcelas A e B).

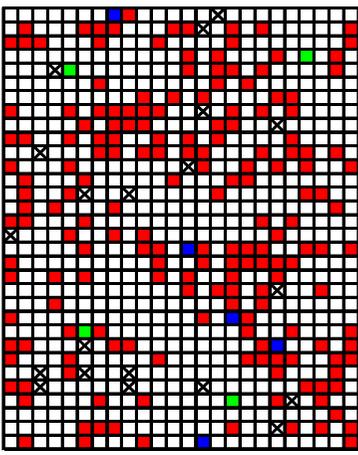
Amostragem	Mês	Ocorrência		
		Área 6 meses	Área 12 meses	Área 18 meses
1º	Agosto 2005	0,00	0,00	0,00
2º	Setembro 2005	7,00	21,00	12,50
3º	Outubro 2005	22,00	20,00	18,50
4º	Novembro 2005	6,50	9,50	20,50
5º	Dezembro 2005	7,50	13,50	24,00
6º	Janeiro 2006	6,50	14,00	15,00
7º	Fevereiro 2006	0,00	11,00	5,50
8º	Março 2006	3,00	15,50	11,50
9º	Abril 2006	6,50	11,50	29,50
10º	Maio 2006	8,50	49,50	31,00
11º	Junho 2006	16,50	78,50	41,00
12º	Julho 2006	26,50	37,50	29,00

**Anexo 7.** Distribuição inter-plantas de *Cinara atlantica* e do seu parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* em plantios de *Pinus taeda* de 6, 12 e 18 meses de idade.



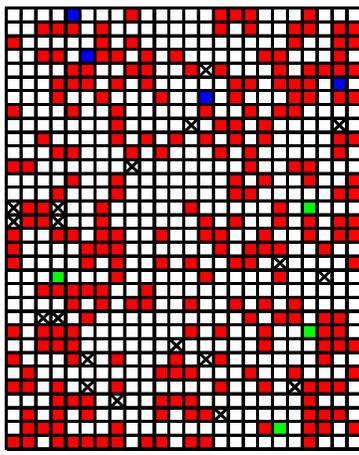
<b>Legenda</b>	<span style="color: red;">■</span> Ataque pulgão	<span style="color: green;">■</span> Parasitóide	<span style="color: blue;">■</span> Pulgão e Parasitóide	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">×</span> Falha ou árvore morta	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">□</span> Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	--	--	--	---	---

**Area 6A - Novembro de 2005**



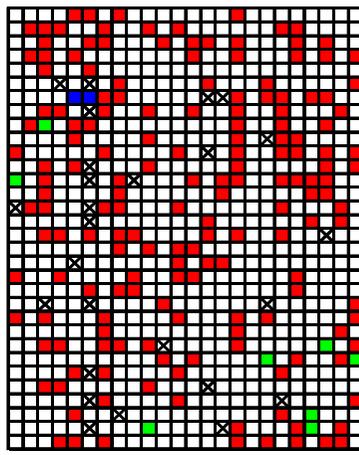
T. de árvores	748
T. ataque	182
Falhas	20
Mortas	0
Parasitóide	9
<b>% ataque</b>	<b>24,3</b>

**Area 6A - Dezembro de 2005**



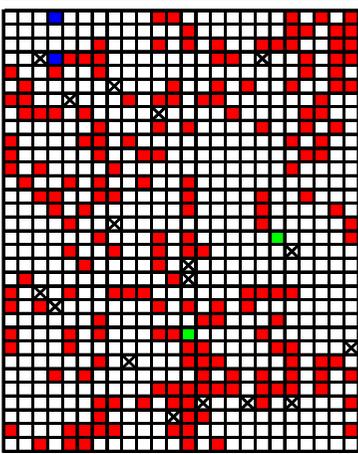
T. de árvores	749
T. ataque	246
Falhas	19
Mortas	0
Parasitóide	8
<b>% ataque</b>	<b>33</b>

**Area 6A - Janeiro de 2006**



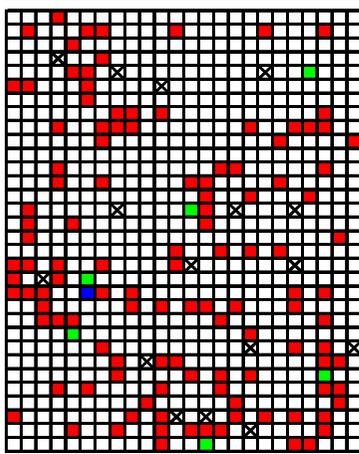
T. de árvores	742
T. ataque	172
Falhas	26
Mortas	0
Parasitóide	10
<b>% ataque</b>	<b>23</b>

**Area 6B - Novembro de 2005**



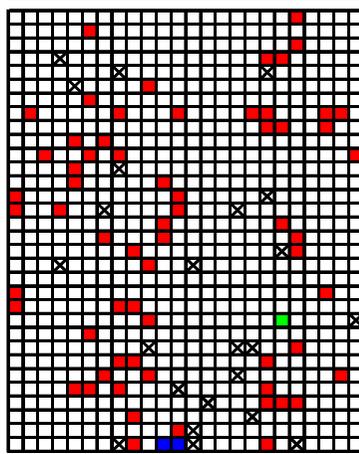
T. de árvores	751
T. ataque	190
Falhas	17
Mortas	0
Parasitóide	4
<b>% ataque</b>	<b>25</b>

**Area 6B - Dezembro de 2005**



T. de árvores	752
T. ataque	119
Falhas	16
Mortas	0
Parasitóide	7
<b>% ataque</b>	<b>16</b>

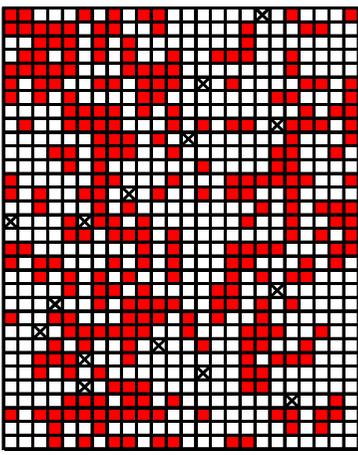
**Area 6B - Janeiro de 2006**



T. de árvores	745
T. ataque	65
Falhas	23
Mortas	0
Parasitóide	3
<b>% ataque</b>	<b>8,7</b>

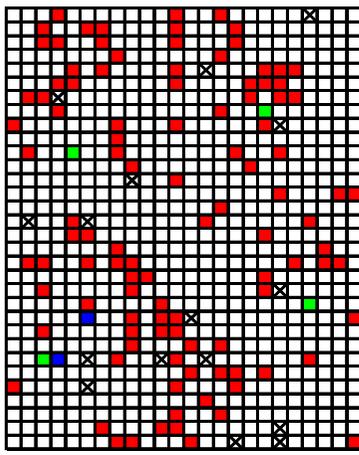
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e Parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 6A - Fevereiro de 2006**



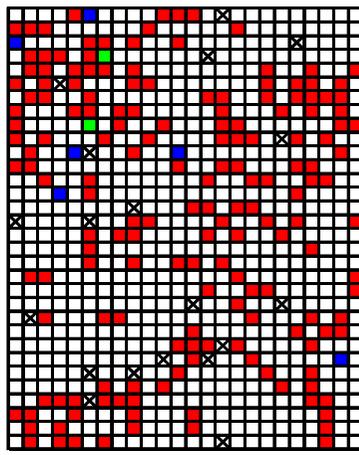
T. de árvores	753
T. ataque	275
Falhas	15
Mortas	0
Parasitóide	0
<b>% ataque</b>	<b>37</b>

**Area 6A - Março de 2006**



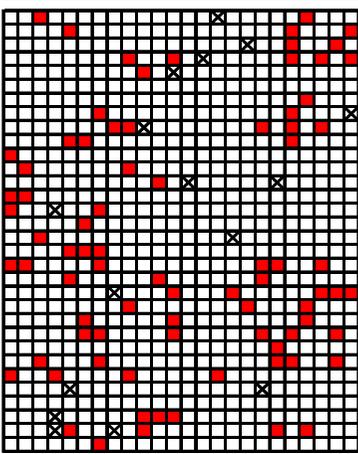
T. de árvores	752
T. ataque	106
Falhas	16
Mortas	0
Parasitóide	6
<b>% ataque</b>	<b>14</b>

**Area 6A - Abril de 2006**



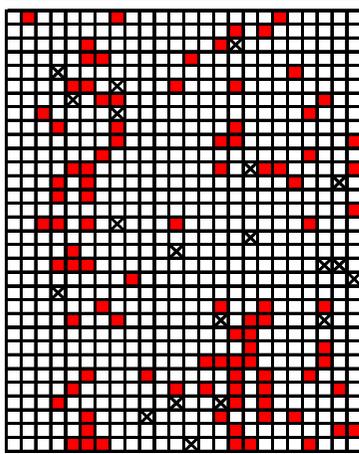
T. de árvores	749
T. ataque	178
Falhas	19
Mortas	0
Parasitóide	8
<b>% ataque</b>	<b>23,8</b>

**Area 6B - Fevereiro de 2006**



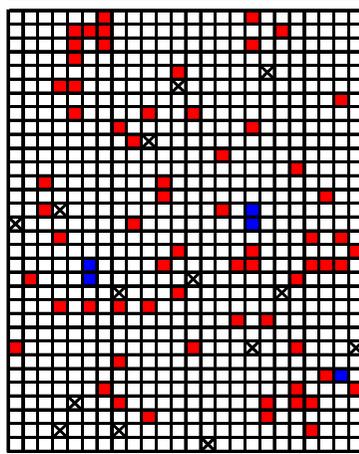
T. de árvores	752
T. ataque	81
Falhas	16
Mortas	0
Parasitóide	0
<b>% ataque</b>	<b>11</b>

**Area 6B - Março de 2006**



T. de árvores	748
T. ataque	96
Falhas	20
Mortas	0
Parasitóide	0
<b>% ataque</b>	<b>13</b>

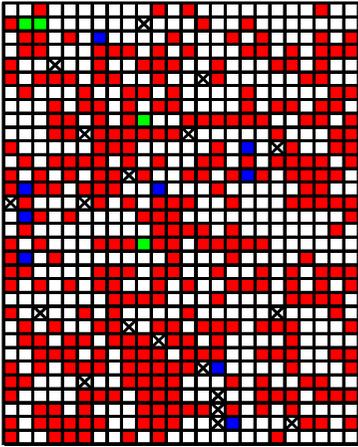
**Area 6B - Abril de 2006**



T. de árvores	754
T. ataque	71
Falhas	15
Mortas	0
Parasitóide	5
<b>% ataque</b>	<b>9,42</b>

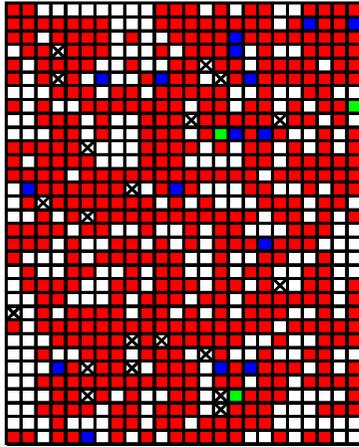
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e Parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 6A - Maio de 2006**



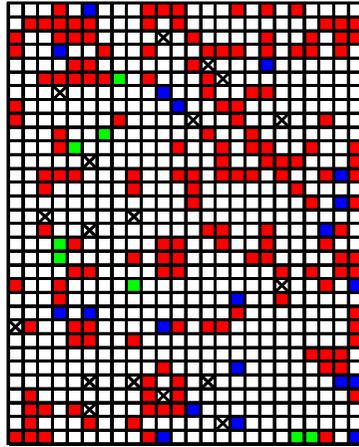
T. de árvores	749
T. ataque	330
Falhas	19
Mortas	0
Parasitóide	13
<b>% ataque</b>	<b>44</b>

**Area 6A - Junho de 2006**



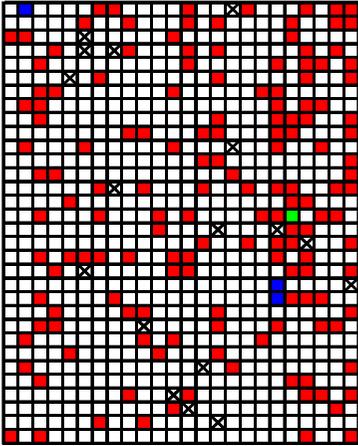
T. de árvores	748
T. ataque	482
Falhas	20
Mortas	0
Parasitóide	19
<b>% ataque</b>	<b>64</b>

**Area 6A - Julho de 2006**



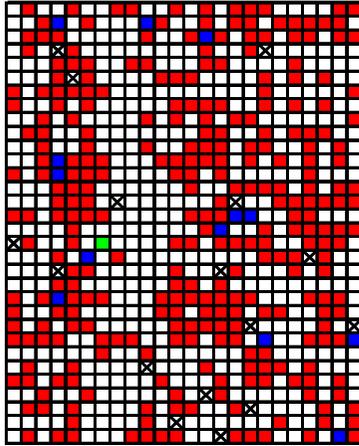
T. de árvores	750
T. ataque	180
Falhas	18
Mortas	0
Parasitóide	28
<b>% ataque</b>	<b>24</b>

**Area 6B - Maio de 2006**



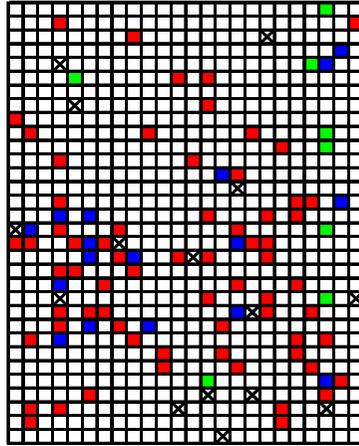
T. de árvores	751
T. ataque	156
Falhas	17
Mortas	0
Parasitóide	4
<b>% ataque</b>	<b>21</b>

**Area 6B - Junho de 2006**



T. de árvores	752
T. ataque	307
Falhas	16
Mortas	0
Parasitóide	14
<b>% ataque</b>	<b>41</b>

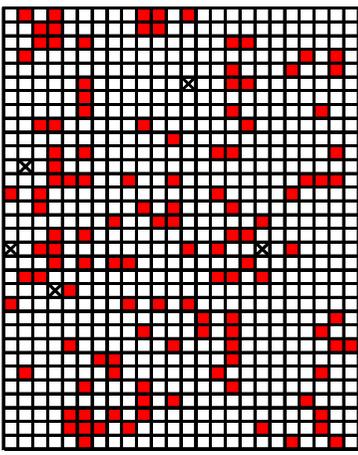
**Area 6B - Julho de 2006**



T. de árvores	754
T. ataque	85
Falhas	14
Mortas	0
Parasitóide	25
<b>% ataque</b>	<b>11</b>

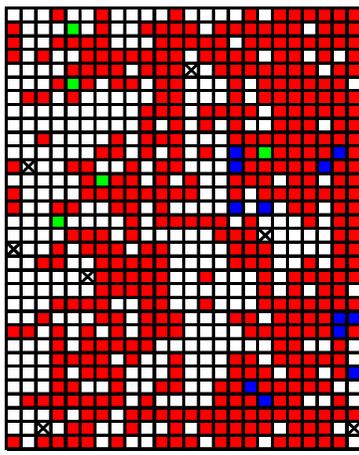
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e Parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 12A - Agosto de 2005**



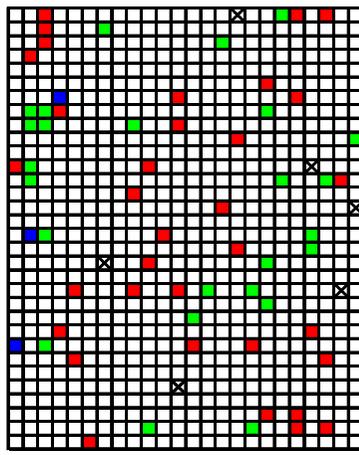
T. de árvores	763
T. ataque	121
Falhas	5
Mortas	0
Parasitóide	0
<b>% ataque</b>	<b>16</b>

**Area 12A - Setembro de 2005**



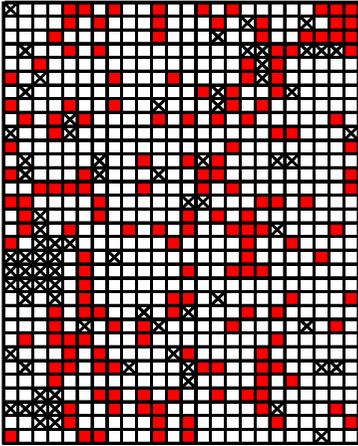
T. de árvores	761
T. ataque	424
Falhas	7
Mortas	0
Parasitóide	17
<b>% ataque</b>	<b>56</b>

**Area 12A - Outubro de 2005**



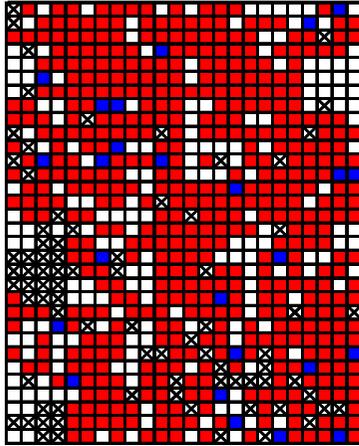
T. de árvores	762
T. ataque	37
Falhas	6
Mortas	0
Parasitóide	28
<b>% ataque</b>	<b>4,9</b>

**Area 12B - Agosto de 2005**



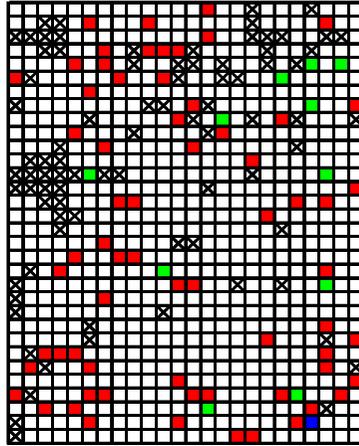
T. de árvores	691
T. ataque	167
Falhas	74
Mortas	3
Parasitóide	0
<b>% ataque</b>	<b>24</b>

**Area 12B - Setembro de 2005**



T. de árvores	687
T. ataque	503
Falhas	81
Mortas	0
Parasitóide	25
<b>% ataque</b>	<b>73</b>

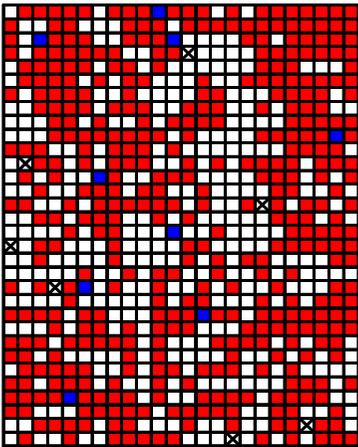
**Area 12B - Outubro de 2005**



T. de árvores	684
T. ataque	66
Falhas	84
Mortas	0
Parasitóide	12
<b>% ataque</b>	<b>9,6</b>

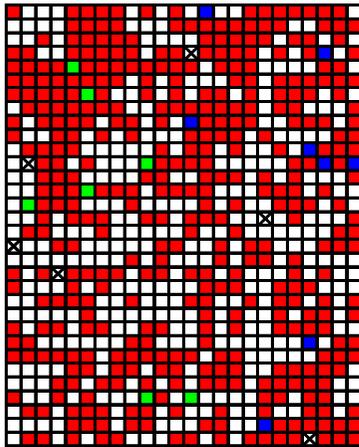
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e Parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 12A - Novembro de 2005**



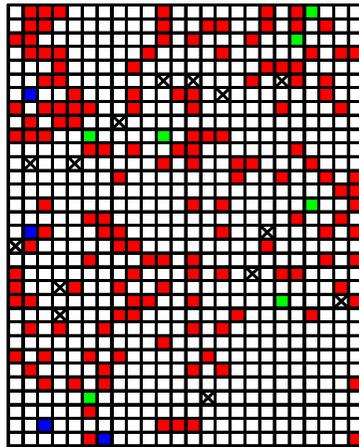
T. de árvores	761
T. ataque	417
Falhas	7
Mortas	0
Parasitóide	9
<b>% ataque</b>	<b>55</b>

**Area 12A - Dezembro de 2005**



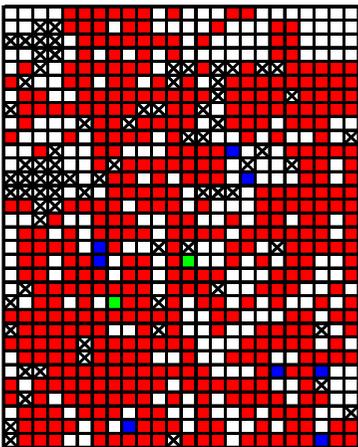
T. de árvores	762
T. ataque	408
Falhas	6
Mortas	0
Parasitóide	15
<b>% ataque</b>	<b>54</b>

**Area 12A - Janeiro de 2006**



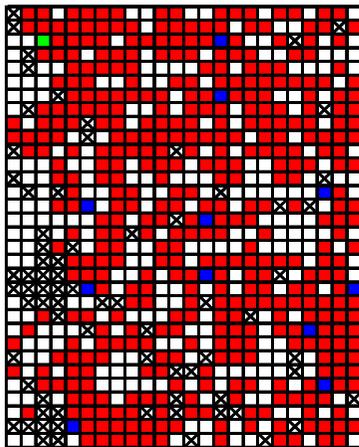
T. de árvores	754
T. ataque	152
Falhas	14
Mortas	0
Parasitóide	11
<b>% ataque</b>	<b>20</b>

**Area 12B - Novembro de 2005**



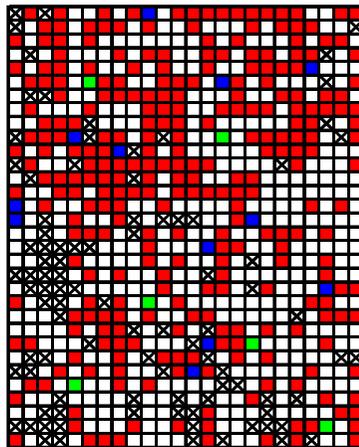
T. de árvores	683
T. ataque	447
Falhas	85
Mortas	0
Parasitóide	10
<b>% ataque</b>	<b>65</b>

**Area 12B - Dezembro de 2005**



T. de árvores	696
T. ataque	431
Falhas	72
Mortas	0
Parasitóide	12
<b>% ataque</b>	<b>62</b>

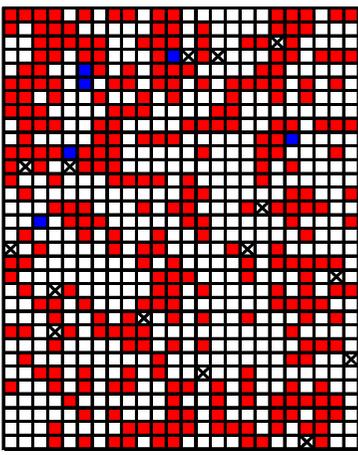
**Area 12B - Janeiro de 2006**



T. de árvores	675
T. ataque	294
Falhas	93
Mortas	0
Parasitóide	17
<b>% ataque</b>	<b>44</b>

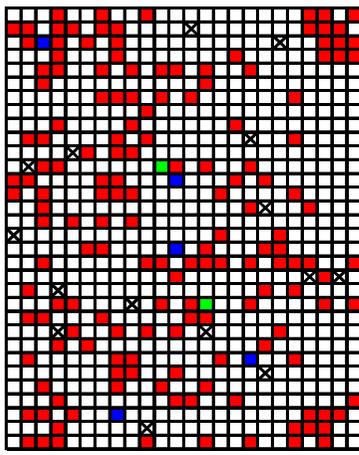
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e Parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 12A - Fevereiro de 2006**



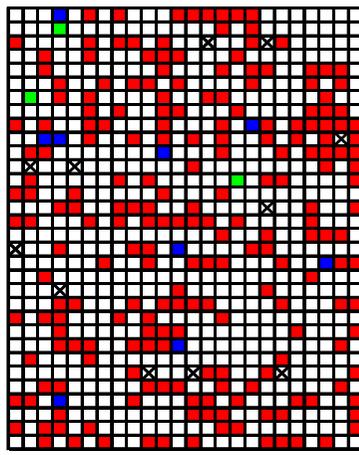
T. de árvores	753
T. ataque	296
Falhas	15
Mortas	0
Parasitóide	6
<b>% ataque</b>	<b>39</b>

**Area 12A - Março de 2006**



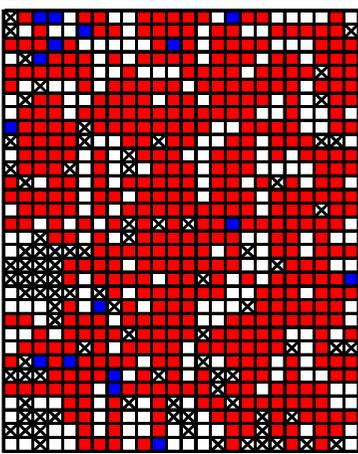
T. de árvores	753
T. ataque	163
Falhas	15
Mortas	0
Parasitóide	7
<b>% ataque</b>	<b>22</b>

**Area 12A - Abril de 2006**



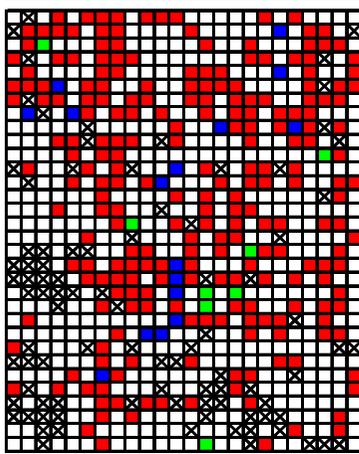
T. de árvores	757
T. ataque	224
Falhas	11
Mortas	0
Parasitóide	12
<b>% ataque</b>	<b>30</b>

**Area 12B - Fevereiro de 2006**



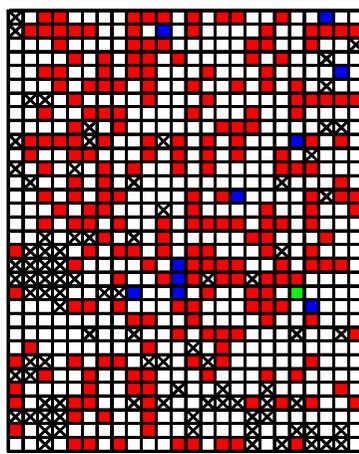
T. de árvores	680
T. ataque	481
Falhas	88
Mortas	0
Parasitóide	16
<b>% ataque</b>	<b>71</b>

**Area 12B - Março de 2006**



T. de árvores	677
T. ataque	246
Falhas	91
Mortas	0
Parasitóide	24
<b>% ataque</b>	<b>36</b>

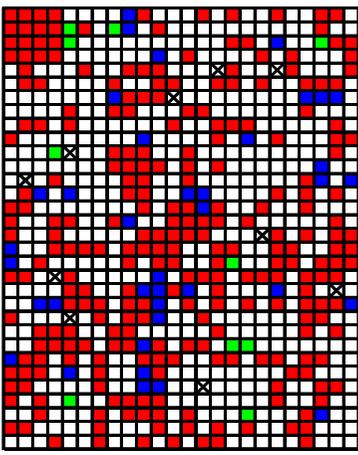
**Area 12B - Abril de 2006**



T. de árvores	678
T. ataque	236
Falhas	90
Mortas	0
Parasitóide	11
<b>% ataque</b>	<b>35</b>

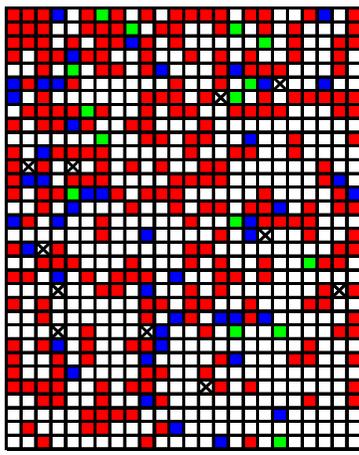
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e Parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 12A - Maio de 2006**



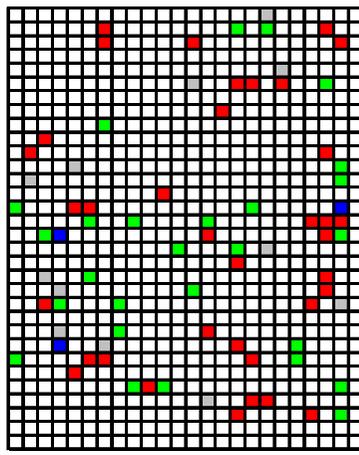
T. de árvores	758
T. ataque	229
Falhas	10
Mortas	0
Parasitóide	48
<b>% ataque</b>	<b>30</b>

**Area 12A - Junho de 2006**



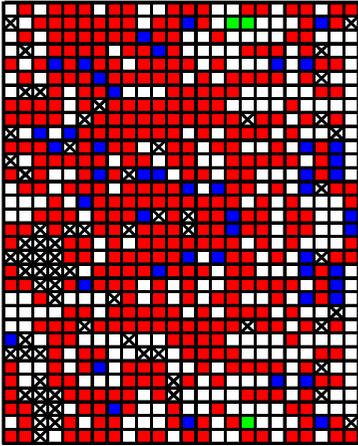
T. de árvores	757
T. ataque	293
Falhas	11
Mortas	0
Parasitóide	61
<b>% ataque</b>	<b>39</b>

**Area 12A - Julho de 2006**



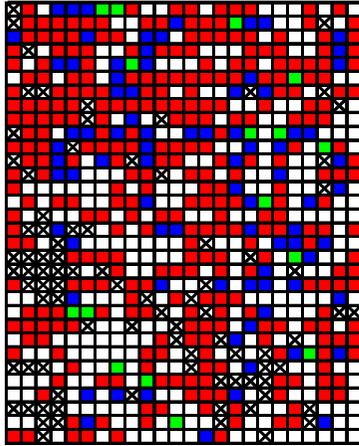
T. de árvores	756
T. ataque	39
Falhas	12
Mortas	0
Parasitóide	30
<b>% ataque</b>	<b>5,2</b>

**Area 12B - Maio de 2006**



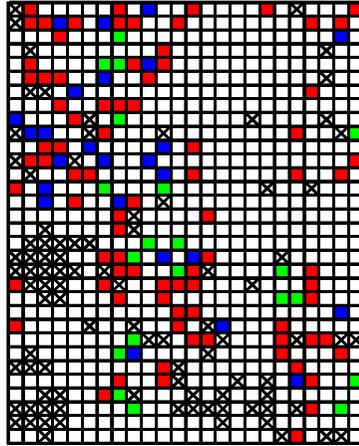
T. de árvores	701
T. ataque	441
Falhas	67
Mortas	0
Parasitóide	51
<b>% ataque</b>	<b>63</b>

**Area 12B - Junho de 2006**



T. de árvores	681
T. ataque	393
Falhas	87
Mortas	0
Parasitóide	96
<b>% ataque</b>	<b>58</b>

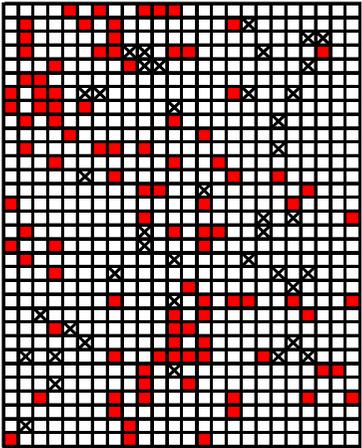
**Area 12B - Julho de 2006**



T. de árvores	677
T. ataque	108
Falhas	91
Mortas	0
Parasitóide	45
<b>% ataque</b>	<b>16</b>

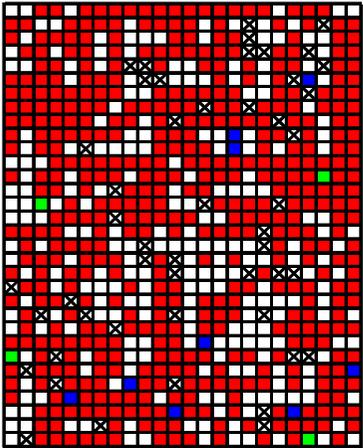
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem pulgão e parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 18A - Agosto de 2005**



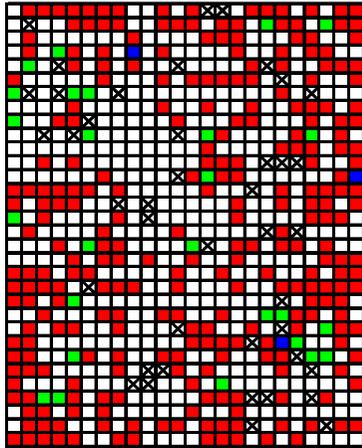
T. de árvores	727
T. ataque	99
Falhas	41
Mortas	0
Parasitóide	0
<b>% ataque</b>	<b>14</b>

**Area 18A - Setembro de 2005**



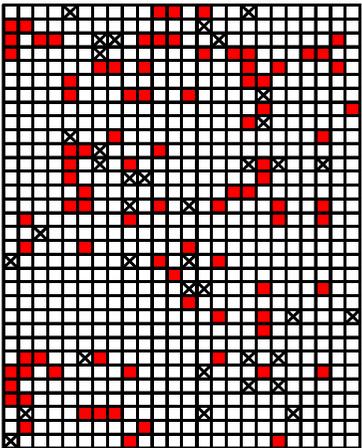
T. de árvores	719
T. ataque	475
Falhas	49
Mortas	0
Parasitóide	13
<b>% ataque</b>	<b>66</b>

**Area 18A - Outubro de 2005**



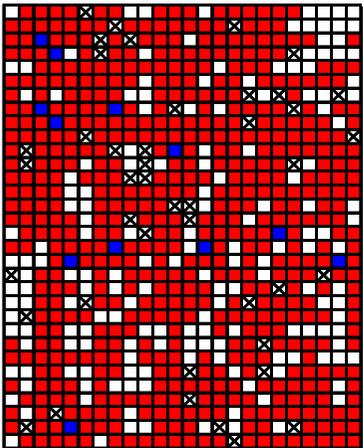
T. de árvores	726
T. ataque	275
Falhas	42
Mortas	0
Parasitóide	29
<b>% ataque</b>	<b>38</b>

**Area 18B - Agosto de 2005**



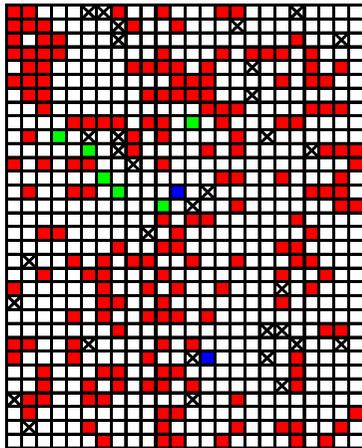
T. de árvores	731
T. ataque	90
Falhas	35
Mortas	2
Parasitóide	0
<b>% ataque</b>	<b>12</b>

**Area 18B - Setembro de 2005**



T. de árvores	725
T. ataque	551
Falhas	43
Mortas	0
Parasitóide	12
<b>% ataque</b>	<b>76</b>

**Area 18B - Outubro de 2005**



T. de árvores	736
T. ataque	187
Falhas	32
Mortas	0
Parasitóide	8
<b>% ataque</b>	<b>25</b>

**Legenda**



Ataque pulgão



Parasitóide



Pulgão e Parasitóide

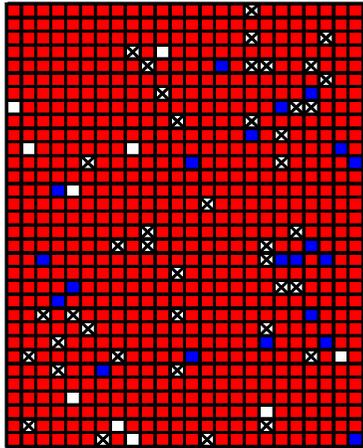


Falha ou árvore morta



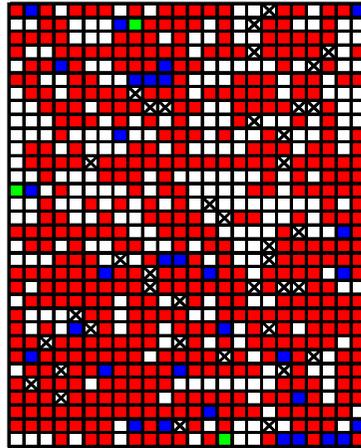
Árvore sem Pulgão e Parasitóide

**Area 18A - Novembro de 2005**



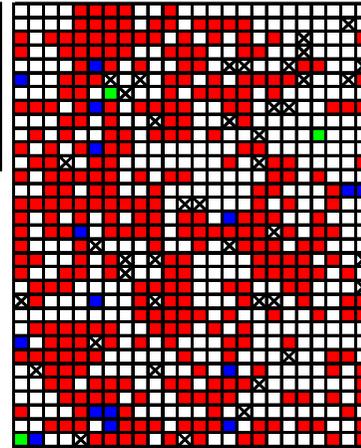
T. de árvores	726
T. ataque	716
Falhas	42
Mortas	0
Parasitóide	21
<b>% ataque</b>	<b>99</b>

**Area 18A - Dezembro de 2005**



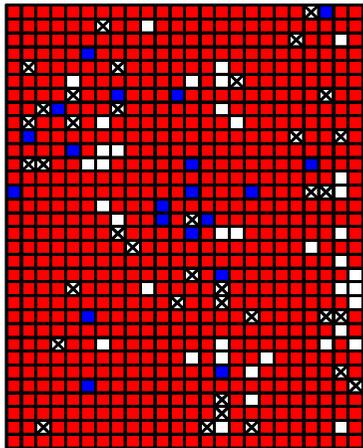
T. de árvores	729
T. ataque	482
Falhas	39
Mortas	0
Parasitóide	34
<b>% ataque</b>	<b>66</b>

**Area 18A - Janeiro de 2006**



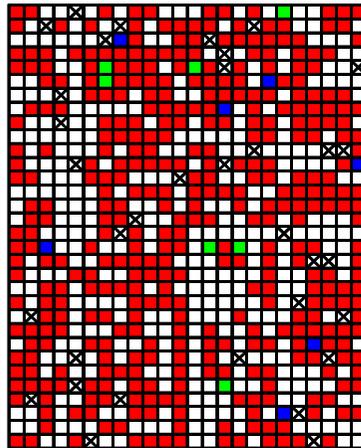
T. de árvores	727
T. ataque	336
Falhas	41
Mortas	0
Parasitóide	18
<b>% ataque</b>	<b>46</b>

**Area 18B - Novembro de 2005**



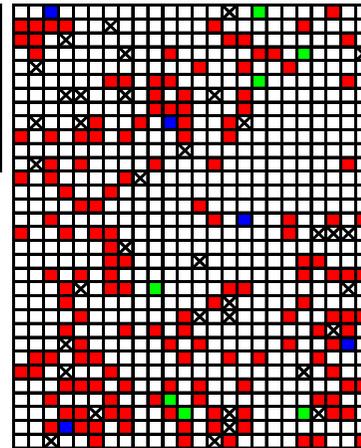
T. de árvores	731
T. ataque	693
Falhas	37
Mortas	0
Parasitóide	20
<b>% ataque</b>	<b>94,8</b>

**Area 18B - Dezembro de 2005**



T. de árvores	734
T. ataque	393
Falhas	34
Mortas	0
Parasitóide	14
<b>% ataque</b>	<b>54</b>

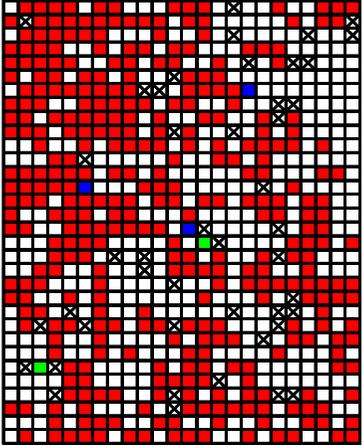
**Area 18B - Janeiro de 2006**



T. de árvores	731
T. ataque	155
Falhas	37
Mortas	0
Parasitóide	12
<b>% ataque</b>	<b>21</b>

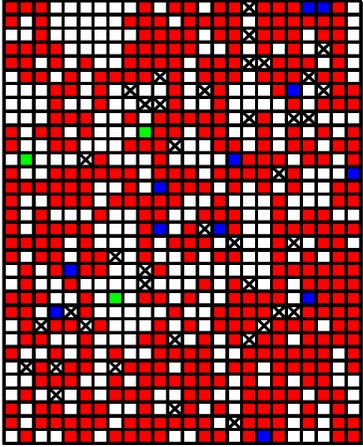
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e Parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 18A - Fevereiro de 2006**



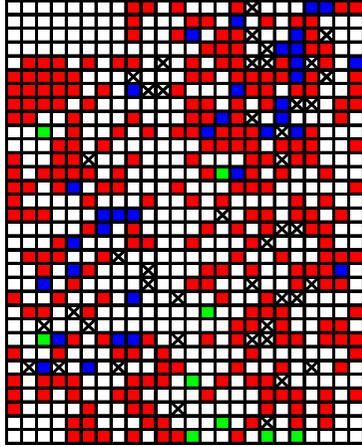
T. de árvores	723
T. ataque	350
Falhas	45
Mortas	0
Parasitóide	5
<b>% ataque</b>	<b>48</b>

**Area 18A - Março de 2006**



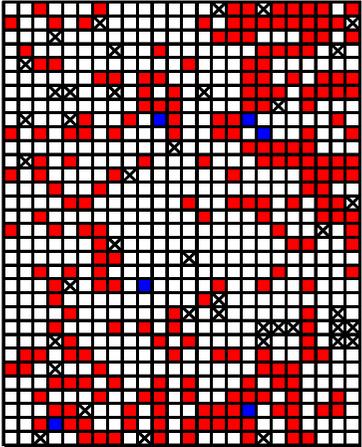
T. de árvores	729
T. ataque	429
Falhas	39
Mortas	0
Parasitóide	15
<b>% ataque</b>	<b>59</b>

**Area 18A - Abril de 2006**



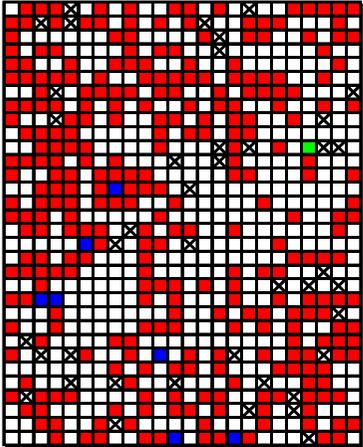
T. de árvores	725
T. ataque	293
Falhas	43
Mortas	0
Parasitóide	43
<b>% ataque</b>	<b>40</b>

**Area 18B - Fevereiro de 2006**



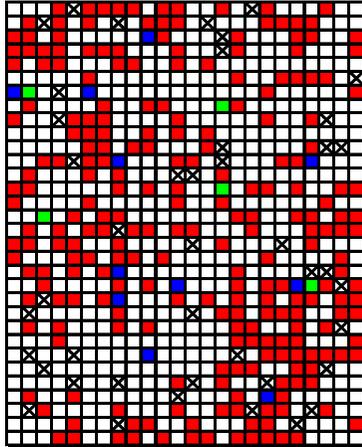
T. de árvores	727
T. ataque	230
Falhas	41
Mortas	0
Parasitóide	6
<b>% ataque</b>	<b>32</b>

**Area 18B - Março de 2006**



T. de árvores	727
T. ataque	306
Falhas	41
Mortas	0
Parasitóide	8
<b>% ataque</b>	<b>42</b>

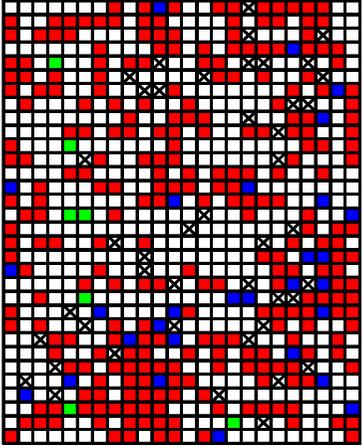
**Area 18B - Abril de 2006**



T. de árvores	726
T. ataque	251
Falhas	42
Mortas	0
Parasitóide	16
<b>% ataque</b>	<b>35</b>

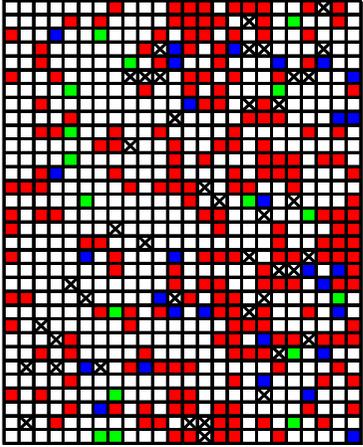
<b>Legenda</b>	Ataque pulgão	Parasitóide	Pulgão e Parasitóide	Falha ou árvore morta	Árvore sem Pulgão e Parasitóide
----------------	---------------	-------------	----------------------	-----------------------	---------------------------------

**Area 18A - Maio de 2006**



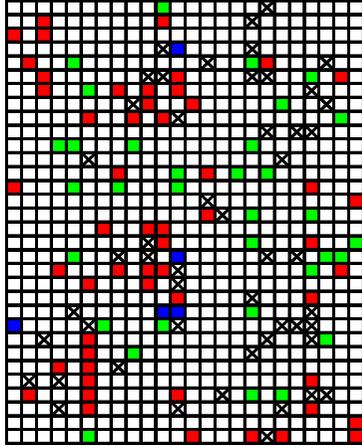
T. de árvores	724
T. ataque	298
Falhas	44
Mortas	0
Parasitóide	36
<b>% ataque</b>	<b>41</b>

**Area 18A - Junho de 2006**



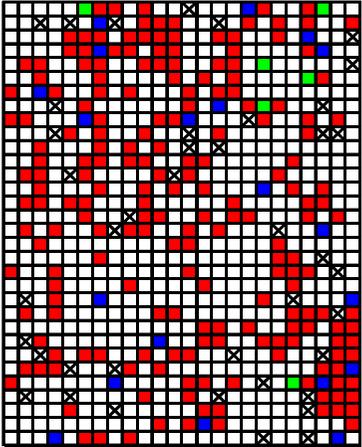
T. de árvores	726
T. ataque	226
Falhas	42
Mortas	0
Parasitóide	46
<b>% ataque</b>	<b>31</b>

**Area 18A - Julho de 2006**



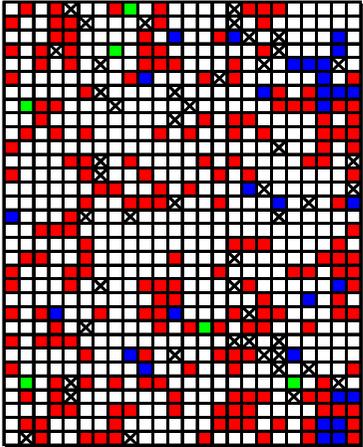
T. de árvores	718
T. ataque	59
Falhas	50
Mortas	0
Parasitóide	39
<b>% ataque</b>	<b>8,22</b>

**Area 18B - Maio de 2006**



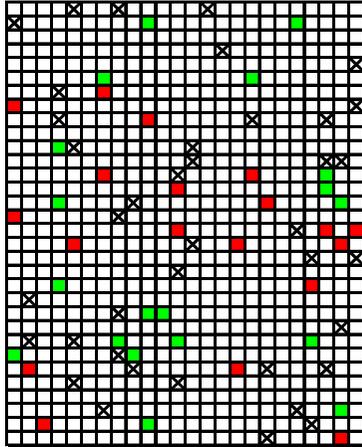
T. de árvores	727
T. ataque	217
Falhas	41
Mortas	0
Parasitóide	26
<b>% ataque</b>	<b>30</b>

**Area 18B - Junho de 2006**



T. de árvores	721
T. ataque	224
Falhas	47
Mortas	0
Parasitóide	36
<b>% ataque</b>	<b>31</b>

**Area 18B - Julho de 2006**



T. de árvores	729
T. ataque	19
Falhas	39
Mortas	0
Parasitóide	19
<b>% ataque</b>	<b>2,6</b>