

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DO PULGÃO-GIGANTE-DO-PINUS,
Cinara atlantica (WILSON, 1919) (HEMIPTERA: APHIDIDAE),
EM *Pinus* spp. (PINACEAE)**

ANGELO LUIZ TADEU OTTATI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Área de Concentração em
Proteção de Plantas

BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DO PULGÃO-GIGANTE-DO-PINUS,
Cinara atlantica (WILSON, 1919) (HEMIPTERA: APHIDIDAE),
EM *Pinus* spp. (PINACEAE)**

ANGELO LUIZ TADEU OTTATI

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia - Área de Concentração em
Proteção de Plantas

BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

O87a Ottati, Angelo Luiz Tadeu, 1972-
Aspectos bioecológicos do pulgão-gigante-do-pinus,
Cinara atlantica (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae),
em *Pinus* spp. (Pinaceae) / Angelo Luiz Tadeu Ottati. --
Botucatu : [s.n.], 2004.
vii, 133 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) -- Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônomicas.
Orientador: Carlos Frederico Wilcken.
Inclui bibliografia.

1. Árvores - Doenças e pragas. 2. Pinheiro.
3. Análise espacial (Estatística). 4. Inseto florestal -
Biologia I. Wilcken, Carlos Frederico. II. Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas.
III. Título.

OFERECIMENTO E AGREDECIMENTOS

Oferecimento

Ofereço às pessoas que não deveriam ver muito mérito nesse trabalho, mas que assim mesmo nunca duvidaram da sua relevância. Dedico aos meus pais Luiz e Ema, aos meus irmãos Luiz e Emma, ao meu cunhado Paulo e à minha sobrinha Luize.

À população que com os tributos recolhidos mantém a estrutura das instituições públicas de ensino superior.

Agradecimentos

Faço menção às seguintes pessoas e instituições, devendo-se considerar que a ordem de citação não respeita grau de importância para a concretização dessa pesquisa:

- Prof. Carlos Frederico Wilcken pelo propósito de me orientar, e aos membros da banca examinadora: Prof. Dr. Carlos Alberto Hector Flechtmann, Prof^ª. Dr^ª. Célia Regina Lopes Zimback, Dr. Edson Tadeu Iede e Prof^ª. Dr^ª. Sonia Maria Noemberg Lazzari, pela dedicação à leitura, pelos alvitre esmerados e pelo comparecimento para a sessão que julgou esse trabalho;

- Orsa Celulose, Papel e Embalagens S.A., pelo irrestrito apoio à condução desse estudo em sua fase em campo, devendo-se fazer alusão em especial aos seguintes senhores: Gerson Luis Zych, José Bora, Fabrício J.S. Medeiros, Paulo Henrique de Medeiros, José Vieira de Paula e Luiz Antonio de Oliveira, e ao senhor Aguinaldo P. de Souza, um dos grandes incentivadores para a efetivação dessa pesquisa;

- engenheiros florestais Alexandre Nardini Alves, Eduardo Brasil do Couto e Pedro José Ferreira Filho pela imensurável colaboração nas avaliações e coletas em campo;

- Nivaldo Lúcio da Costa pelo auxílio na parte conduzida em laboratório;

- Grupo de Estudos e Pesquisas Agrárias Georreferenciadas (GEPAG), com distinção à sua coordenadora, a Prof.^a Dr.^a Célia Regina Lopes Zimback, e ao Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy, pelas doutrinas que puderam ser aproveitadas no presente estudo;

- polímata Carlos Alberto Oliveira de Matos pela participação que, se não foi de maneira direta, foi de outra forma não menos laudável, sempre aduzindo opiniões concernentes para o desenvolvimento dessa pesquisa e do autor;

- pesquisadora Regina Célia Zonta de Carvalho pela transmissão de conhecimentos sobre preparo de lâmina e identificação de *Cinara*.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Posição taxonômica.....	10
2.2 Descrição morfológica de <i>Cinara atlantica</i> (Wilson).....	11
2.3 Distribuição geográfica e hospedeiros.....	11
2.4 Relação planta hospedeira - afídeo.....	13
2.5 Dinâmica populacional.....	16
2.6 Importância econômica, sintomas de ataque e danos.....	23
2.7 Aspectos biológicos.....	27
2.8 Controle.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Locais dos experimentos.....	34
3.2 Criação de manutenção.....	35
3.3 Experimentos conduzidos.....	36
3.3.1 Experimento 1: Biologia de <i>Cinara atlantica</i> (Hemiptera: Aphididae) em <i>Pinus taeda</i> e <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Pinaceae) sob temperaturas constantes	36
3.3.1.1 Seleção das espécies de <i>Pinus</i>	36
3.3.1.2 Obtenção das ninfas.....	37
3.3.1.3 Condução do experimento.....	37
3.3.1.4 Delineamento experimental.....	38
3.3.1.5 Variáveis biológicas.....	38
3.3.1.6 Análise estatística.....	39

Página

3.3.2 Experimento 2: Determinação da flutuação populacional, frequência da estrutura etária e caracterização da estrutura espacial de <i>Cinara atlantica</i> (Hemiptera: Aphididae) em plantios de <i>Pinus taeda</i> e <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> (Pinaceae).....	40
3.3.2.1 Descrição das áreas.....	40
3.3.2.2 Condução do experimento.....	43
3.3.2.3 Variáveis biológicas.....	45
3.3.2.4 Caracterização da estrutura espacial.....	46
3.3.2.5 Análise estatística.....	47
3.3.2.5.1 Flutuação populacional.....	47
3.3.2.5.2 Distribuição da estrutura etária.....	47
3.3.2.5.3 Caracterização da estrutura espacial.....	47
3.3.2.6 Variáveis meteorológicas.....	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 Experimento 1: Biologia de <i>Cinara atlantica</i> (Hemiptera: Aphididae) em <i>Pinus taeda</i> e <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Pinaceae) sob temperaturas constantes.....	52
4.1.1 Resultados.....	52
4.1.1.1 Análise das categorias hospedeiro e temperatura.....	52
4.1.1.2 Estágio ninfal.....	55
4.1.1.3 Estágio adulto.....	60
4.1.1.3.1 Duração e viabilidade.....	60
4.1.1.3.2 Capacidade reprodutiva.....	63
4.1.1.3.3 Taxa reprodutiva.....	64
4.1.1.3.4 Período reprodutivo.....	64
4.1.1.4 Ciclo de vida.....	65
4.1.2 Discussão.....	68
4.1.2.1 Estágio ninfal.....	70
4.1.2.2 Estágio adulto.....	73
4.1.2.2.1 Duração e viabilidade.....	73

	Página
4.1.2.2.2 Capacidade reprodutiva.....	74
4.1.2.2.3 Taxa reprodutiva.....	75
4.1.2.2.4 Período reprodutivo.....	75
4.1.2.3 Ciclo de vida.....	76
4.1.3 Desempenho geral de <i>Cinara atlantica</i>	77
4.2 Experimento 2: Determinação da flutuação populacional, estrutura etária e caracterização da estrutura espacial de <i>Cinara atlantica</i> (Hemiptera: Aphididae) em plantios de <i>Pinus taeda</i> e <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> (Pinaceae).....	79
4.2.1 Resultados.....	79
4.2.1.1 Freqüência de plantas infestadas.....	79
4.2.1.2 Número médio de insetos por planta.....	81
4.2.1.3 Número médio de colônias.....	83
4.2.1.4 Distribuição da estrutura etária.....	83
4.2.1.5 Caracterização da estrutura espacial.....	91
4.2.2 Discussão.....	96
4.2.2.1 Freqüência de plantas infestadas, número médio de insetos por planta e número médio de colônias.....	96
4.2.2.2 Distribuição da estrutura etária.....	105
4.2.2.3 Caracterização da estrutura espacial	108
5 CONCLUSÕES	115
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117

RESUMO

Os afídeos são um dos grupos de pragas amplamente distribuídos, causando perdas consideráveis em sistemas agrícolas e florestais. O pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica*, é atualmente a espécie de pulgão mais disseminada nos plantios de *Pinus* no Brasil. Devido à sua importância econômica, esse trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes temperaturas e da espécie hospedeira no desenvolvimento de ninfas e na longevidade e capacidade reprodutiva de adultos de *C. atlantica*, sob condições de laboratório, e determinar a flutuação populacional, a estrutura etária e a caracterização da estrutura espacial do afídeo em áreas florestadas com *Pinus taeda* e *P. caribaea* var. *caribaea*. A determinação do efeito de diferentes temperaturas (18° C, 22° C, 26° C e 30° C) e de hospedeiros (*P. taeda* e *P. caribaea* var. *hondurensis*) no desenvolvimento de *C. atlantica* foi conduzida sob fotofase de 12 h e umidade relativa do ar de 70 ± 10%. Utilizaram-se 20 insetos (repetições) para cada combinação dos fatores temperatura e hospedeiro e obtiveram-se resultados para variáveis nos estágios ninfal e adulto e ciclo de vida. A determinação da flutuação populacional e da caracterização espacial (50 árvores/avaliação) e da estrutura etária (cinco colônias/avaliação) de *C. atlantica* foi realizada em áreas de 1 ha com *P. taeda* e *P. caribaea* var. *caribaea* nos municípios de Buri e Nova Campina/SP em 21 avaliações entre julho de 2001 e agosto de 2002. Concluiu-se que o desenvolvimento de ninfas e a longevidade e potencial reprodutivo dos adultos de *C. atlantica* não foram influenciados pelos hospedeiros

P. taeda e *P. caribaea* var. *hondurensis*. Entretanto, as temperaturas constantes de 18° C e 22° C conferem as melhores condições, enquanto a de 30° C as piores condições de desenvolvimento aos insetos mantidos em *P. taeda* e *P. caribaea* var. *hondurensis*. *C. atlantica* apresenta picos populacionais com maior intensidade no inverno e primavera e de menor magnitude no verão, a determinação da estrutura etária pode auxiliar na previsão de possíveis picos populacionais, a ocorrência de populações estáveis significa menores possibilidades de picos populacionais e a estrutura espacial de *C. atlantica* apresenta-se variável conforme a época do ano, a espécie de planta e a idade do plantio.

BIOECOLOGY OF THE GIANT CONIFER APHID, *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (HEMIPTERA: APHIDIDAE), IN *Pinus* spp. (PINACEAE). Botucatu, 2004. 133p. Thesis (Doctorate in Agronomy/Plant Protection) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ANGELO LUIZ TADEU OTTATI

Adviser: CARLOS FREDERICO WILCKEN

SUMMARY

Aphids are one of the most widespread groups of pests, causing severe damages on agricultural and forestry systems. Nowadays, the giant conifer aphid, *C. atlantica*, is widely distributed on pine forests in Brazil. Due to its economic importance, this study aimed to evaluate the effects of different constant temperatures and host plants on the development of nymphs and adults and reproductive capacity in adult of *C. atlantica* in laboratory, monitoring the populational fluctuation, the age structure and to characterize spatial pattern of *C. atlantica* in *Pinus taeda* and *P. caribaea* var. *caribaea* plantations. The effect of constant temperatures (18° C, 22° C, 26° C e 30° C) and host plants (*P. taeda* and *P. caribaea* var. *hondurensis*) on the development of *C. atlantica* was carried out at 12 h of photophase (12 h) and 70 ± 10% relative humidity. Twenty nymphs (replications) were tested for each treatment (temperature x host plant) to estimated biological variables of nymph and adult stages and life span. The study of the populational fluctuation, the spatial characterization (50 trees sampled per sampling date) and the age structure (5 aphid colonies per sampling date) of *C. atlantica* was carried out on *P. taeda* and *P. caribaea* var. *caribaea* plantations in 1 ha area in Buri and Nova Campina municipalities (SP, Brazil), between July 2001 and August 2002 (21 sampling dates). This research indicated that nymph and adult development and reproductive capacity of *C. atlantica* were not affected by host plants. However, temperatures of 18° C and 22° C provided better conditions for aphid development than 30° C when reared on *P. taeda* and *P. caribaea* var. *hondurensis*. In the field, *C. atlantica* had highest peaks of abundance in the winter and spring and lowest during the summer. The age structure study can give support to predict population peaks and the occurrence of stable

populations indicates a low possibility of population peaks. The spatial structure of *C. atlantica* varied with season, host plants and forest age.

Keywords: host suitability, aphid biology, age distribution, population spatial analysis, tropical pine, loblolly pine, forest pest, population dynamics.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe de extensas áreas com solo arenoso, ácido, profundo e pobre, de boa conformação e fácil de ser trabalhado, apresentando ótimas condições para florestamento e reflorestamento (SUASSUNA, 1977).

No que diz respeito às florestas plantadas, a opção prioritária brasileira, em tempos recentes onde a globalização exerce um papel motriz, envolve dois gêneros: *Pinus* (Pinaceae) e *Eucalyptus* (Myrtaceae), visando a produção de madeira. (REZENDE; NEVES, 1988¹, citados por ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS, 1999).

Com o advento dos incentivos fiscais, houve reflexos imediatos na área plantada, sobretudo com espécies exóticas. Em 1967, eram 34 mil ha e em 1987, eram 4,7 milhões de ha, dos quais, 54% de *Eucalyptus*, 30% de *Pinus* e 16% de outras espécies (REZENDE; NEVES, 1988, citados por ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS, 1999). A área total reflorestada no Brasil em 2000 era de 4.805.930 ha, com área plantada com *Pinus* de 1.840.050 ha. O Estado do Paraná é responsável por cerca de 33% dessa área, com 605.130 ha. Outros Estados que apresentam áreas significativas reflorestadas com esse gênero

¹ REZENDE, J. L.; NEVES, A. R. Evolução e contribuição do setor florestal para a economia brasileira. In: SIMPÓSIO BILATERAL BRASIL - FINLÂNDIA SOBRE ATUALIDADES FLORESTAIS, 1., 1988, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1988. p. 215-265.

são Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2001).

Em São Paulo, em 2000, a área reflorestada com *Pinus* era de 158.494 ha, representando 20,6% da área total reflorestada no Estado, que era de 770.010 ha. A área reflorestada com *Pinus caribaea* var. *caribaea* ocupava 5.759 ha e a com *P. caribaea* var. *hondurensis* era um pouco maior, de 9.637 ha. O Pólo de Reflorestamento de Itapeva/Capão Bonito/Buri abrange 24 municípios num raio de 60 km, ocupados por 61.660 ha de plantações com *Pinus* de um total de 125.829 ha reflorestados. Deve-se destacar que a área de *Pinus* nesse pólo de reflorestamento representa 38,9% do total no Estado. Considerando algumas espécies de *Pinus* plantadas, *P. caribaea* var. *caribaea* está plantada em 647 ha, *P. caribaea* var. *hondurensis* em 156 ha e *P. taeda* em 6.725 ha, sendo que *P. elliottii* foi a espécie utilizada para reflorestamento em 37.059 ha. Os municípios de Buri e Nova Campina apresentam áreas com reflorestamento de *Pinus* de 11.075 e 7.429 ha, respectivamente (KRONKA et al, 2002).

O gênero *Pinus* compreende cerca de 90 espécies, as quais são nativas do Hemisfério Norte. Em 1947-48 foi introduzido *P. taeda* do sudeste dos Estados Unidos. Entre 1955 e 1964, estabeleceram-se grandes programas de reflorestamento, baseados exclusivamente em *P. elliottii* e *P. taeda*, sendo que, até 1974, somente o serviço Florestal do Estado de São Paulo plantou 60 milhões de árvores (SUASSUNA, 1977). Nas regiões Norte e Centro do Estado de São Paulo, onde se situam os cerrados, caracterizados por inverno e primavera secos e solos pobres, as espécies que melhor se adaptaram foram as de origem tropical (*P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. kesiya* e *P. oocarpa*).

O setor madeireiro constitui-se de enorme importância econômica (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2003). Estima-se que, no cenário macroeconômico nacional, o setor da indústria de base florestal tenha representado 4% do PIB em 2002. Isto caracteriza um montante de aproximadamente US\$ 21 bilhões. Deste montante, o setor madeireiro responde por aproximadamente US\$5,5 bilhões (MADEIRA..., 2003).

Os pinheiros produzem madeira de baixa densidade, sendo muito utilizada para caixotaria, indústria de sapatos, lápis e movelaria, e sua fibra longa é usada como celulose para produção de alguns tipos de papéis (papelão, papel pardo etc). Além da

madeira, várias espécies fornecem resinas utilizadas para diversos fins, como componente da indústria farmacêutica, da indústria de aglomerados e de tintas. Possui grande valor ornamental, sendo apropriado para áreas mais extensas, embora existam também espécies de menor porte e mais compactas, muitas vezes sendo comercializadas como árvores de Natal (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2003).

Devido ao fato das florestas com fins comerciais serem cultivadas de forma intensiva, ou seja, grandes áreas com um único gênero, estas estão mais sujeitas aos ataques de pragas (WILCKEN, 1991). A diversidade de plantas, particularmente de espécies herbáceas e arbustivas, é geralmente pequena em uma floresta plantada, que por sua vez afeta o habitat como um todo (UNITED STATES, 1998).

Os altos níveis de incidência de insetos-praga e doenças estão freqüentemente associados a uma floresta insalubre. Apesar de que não se dê muita ênfase a essa situação, sabe-se porém que o problema mais básico de sanidade florestal envolve danos e injúrias às árvores quando ainda estão na fase inicial do desenvolvimento. Essa situação quando ocorre em vastas áreas, pode ter sérias conseqüências. Talvez, a mais importante seja o comprometimento do crescimento inicial das plantas, prejudicando a produção de árvores grandes e comprometendo a futura produtividade daquela floresta (UNITED STATES, 1998).

Os pulgões ou afídeos (Hemiptera: Aphididae) são um dos mais importantes grupos de insetos-praga no mundo (MILNER, 1997), sendo que muitos pulgões são pragas conhecidas em áreas florestais (DREES, 1993). Esses insetos atacam as plantações, debilitando árvores, podendo inclusive levá-las à morte. O pulgão alimenta-se da seiva da árvore e, ao sugá-la, injeta uma substância tóxica contida em sua saliva, que provoca diversos danos, como o amarelecimento e queda das acículas, deformação do tronco em árvores jovens, retardo do crescimento da árvore e, em alguns casos, pode matar o broto apical, causando super-brotação e inviabilizando o crescimento adequado. Adicionalmente ao mencionado, devido à secreção açucarada dejetada pelo inseto, há o desenvolvimento de fumagina sobre esse substrato, o que dificulta a fotossíntese (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2000).

No Brasil, detectou-se pela primeira vez a ocorrência do pulgão-gigante-do-pinus *Cinara pinivora* (Wilson, 1919), nos meses de junho e julho de 1996, infestando plantios de *P. elliotii* e *P. taeda* nos municípios de Cambará do Sul (RS) e Lages

(SC) (IEDE et al, 1998). Em Lages, *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) foi observada pela primeira vez em 1998, associada à *C. pinivora* em *P. taeda* e *P. elliottii* (LAZZARI; CARVALHO, 2000).

Os três fatores de maior interferência no potencial de crescimento dos afídeos que são avaliados em estudos em laboratório, são: 1- a origem geográfica e a adaptação da população do afídeo; 2- a planta hospedeira; e 3- a temperatura (XIA; VAN DER WERF; RABBINGE, 1999).

A temperatura é o fator abiótico mais importante que afeta o desenvolvimento e reprodução dos afídeos. Populações geograficamente separadas podem diferir com respeito à influência da temperatura no desenvolvimento e crescimento populacional (CAMPBELL et al, 1974). Dessa maneira, o conhecimento dos efeitos da planta hospedeira e da temperatura nas variáveis biológicas de *C. atlantica* é essencial para estudos de dinâmica populacional.

Um completo entendimento da biologia da praga em diferentes hospedeiros é essencial para o desenvolvimento de estratégias de manejo efetivas. O desenvolvimento de programas de controle biológico requer discernimentos sobre os potenciais de crescimento e bionômico dos afídeos, os quais são afetados por condições ambientais, notavelmente pela temperatura (XIA; VAN DER WERF; RABBINGE, 1999).

Estudos publicados sobre a bionomia de *Cinara* não são muito adequados para serem extrapolados para o Estado de São Paulo porque os afídeos podem ser de origem geográfica distinta e provindos de outros hospedeiros.

Com base no exposto acima, este trabalho teve por objetivos:

- avaliar o desenvolvimento e taxas de mortalidade para os estágios ninfal e adulto e ciclo de vida de *C. atlantica* sobre *P. taeda* comparada com *P. caribaea* var. *hondurensis*;
- avaliar o efeito de diferentes temperaturas no desenvolvimento de *C. atlantica* mantida em *P. taeda* e *P. caribaea* var. *hondurensis*;

- determinar a flutuação populacional e estrutura etária de *C. atlantica* em quatro áreas florestadas com *P. taeda* e *P. caribaea* var. *caribaea*;
- caracterizar a estrutura espacial de colônias de *C. atlantica* e gerar mapas da distribuição do tamanho de colônias em plantios de *P. taeda* e *P. caribaea* var. *caribaea* em diferentes épocas do ano através da geoestatística.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Posição taxonômica

Espécies de *Cinara* Curtis apresentam a seguinte classificação taxonômica: ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, super-família Aphidoidea, família Aphididae, sub-família Lachninae e tribo Cinarini (BLACKMAN; EASTOP, 1984).

O gênero *Cinara* é considerado um grupo muito grande que resultou de um enorme sucesso adaptativo em coníferas das famílias Pinaceae e Cupressaceae (BLACKMAN; EASTOP, 1994).

Segundo Blackman e Eastop (1994), a sub-família Lachninae apresenta 20 gêneros e 361 espécies, sendo que destes, 14 gêneros e 299 espécies colonizam árvores. Na tribo Cinarini existem seis gêneros e 269 espécies, dos quais cinco gêneros e 248 espécies são encontrados em coníferas em regiões holárticas e neárticas.

O gênero *Cinara* inclui *Cedrobium* e *Cupressobium* como subgêneros e contém cerca de 200 espécies descritas, sendo cerca de 150 nativas da América do Norte, 30 oriundas da Europa e Mediterrâneo e 20 originárias do extremo Oriente. A maioria das espécies da América do Norte foi descrita em uma grande série de pequenos trabalhos de Hottes entre 1951 e 1964, e um grande número dessas são somente conhecidas das descrições originais (BLACKMAN; EASTOP, 1994).

Há formas partenogenéticas vivíparas e aladas dependendo da espécie, do período do ano e do tamanho da população. Há também formas gâmicas, machos alados e fêmeas ovíparas, que diferem das vivíparas principalmente pela presença de um anel perineal de cera (BLACKMAN; EASTOP, 1994).

Segundo Voegtlin e Dahlsten (1982), poucos estudos foram realizados sobre as 125 ou mais espécies de cinaríneos identificadas ou coletadas no oeste das Montanhas Rochosas nos Estados Unidos e Canadá.

2.2 Descrição morfológica de *Cinara atlantica*

Os afídeos, de uma maneira geral, são insetos pequenos (de 1 mm a pouco mais de 5 mm), geralmente de corpo túmido, ovalar ou periforme, uniformemente coloridos ou aparentando áreas de cor escura ou parda (LIMA, 1942).

Os insetos da família Aphididae são caracterizados por apresentarem antenas com cinco ou seis artículos nos insetos alados, com o último artículo com um distinto processo terminal. Os sifúnculos são presentes ou faltosos temporariamente. A cauda é freqüentemente desenvolvida e arredondada. As espécies da sub-família Lachninae apresentam antenas com seis artículos com um processo terminal muito curto. Os sifúnculos, se presentes, apresentam seus cones com muitos pêlos ou anéis quitinizados (BLACKMAN; EASTOP, 1994).

Os insetos ápteros de *C. atlantica* são marrom-acinzentados com a cabeça, mesotórax e protórax marrom-escuros, manchas dorsais irregulares e pareadas marrom-escuras no metatórax e no primeiro tergito, escleritos sifunculares circulares mais ou menos extensos marrom-escuros e pernas escuras, exceto por uma pálida seção basal de cada tibia. O comprimento do corpo varia entre 2,18 e 3,30 mm (PEPPER; TISSOT, 1973).

2.3 Distribuição geográfica e hospedeiros

As espécies de *Cinara* estão associadas a gêneros de Pinaceae (*Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga* e *Tsuga*) e Cupressaceae (*Cupressus*, *Juniperus*, *Thuja*, *Callitris*, *Calocedrus* e *Chamaecyparis*). 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* (VOEGTLIN, 2003b).

Os relatos sobre a ocorrência de espécies do gênero *Cinara* em coníferas são muitos, principalmente na Europa, Estados Unidos e em alguns países africanos. Dentre esses pode-se citar a ocorrência de *C. brauni* em *Pinus nigra*, *C. cembrae* em *P. peuce*, *C. confinis* em *Abies alba*, *C. costata*, *C. picea*, *C. pilicornis*, *C. pruinosa*, *C. juniperi* em *Juniperus communis*, *C. pinea* (Mordwilko) em *P. sylvestris* e *C. viridescens* em *Picea abies* na Bulgária (SCHEURER, 1991); *C. cedri* em *Cedrus* na França (SCHEVESTER, 1986); *C. cronartii* Tissot & Pepper na África do Sul (KFIR; KIRSTEN, 1991); *C. cupressi* (Buckton) no Malawi (UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000); *C. cupressi* em coníferas na África Meridional e Oriental (MILLS, 1990), em *Cupressus* e *Juniperus* também na África (KAIRO; MURPHY, 1999), na Itália (BINAZZI, 1997), na Jordânia, Iemen, Ilhas Maurício e Colômbia (WATSON et al., 1999); em *Thuja orientalis* na Bulgária (SCHEURER, 1991); *C. curtis* em *Tsuga heterophylla* no Canadá (BRADLEY, 1960), *C. maritima* na Argentina, Brasil, Chile e do Mediterrâneo até o Oeste europeu (BLACKMAN; EASTOP, 1994); e *C. mordvikoi* em *J. communis* na Itália e Sul da Europa (BINAZZI, 1996).

Os afídeos *C. cronartii* e *C. cupressi* invadiram as florestas de coníferas no sul e leste da África entre 1968 e 1986, juntamente com *Eulachnus rileyi* Williams e *Pineus pini* (Macquart) (MILLS, 1990).

O pulgão do cipreste, *C. cupressi*, foi registrado no Malawi em 1986 e está estabelecido em pelo menos oito países do sudeste africano, e há potencial para espalhar-se para outras partes desse continente (CIESLA, 1993).

No Brasil, Iede et al (1998) constataram pela primeira vez a ocorrência de *C. pinivora* em árvores de *P. elliotii* e *P. taeda* nos municípios de Lages (SC) e Cambará do Sul (RS), no inverno de 1996.

Posteriormente, *C. pinivora* também foi coletada nos municípios de Major Vieira e Otacílio Costa (SC), Colombo e Curitiba (PR), infestando plantas de 2 a 6 anos de idade, e em Correia Pinto (SC) em viveiros de mudas plantadas em tubetes com menos de um ano de idade (PENTEADO et al, 2000a). Blackman e Eastop (1994) citaram essa espécie de afídeo atacando plantas de *Pinus* spp. no oeste dos Estados Unidos, na província de Ontário, no Canadá, e em Cuba e na Jamaica.

No município de Colombo (PR), espécimes de *C. pinivora* foram coletados junto a colônias de *C. maritimae* (Dufour) em junho de 1997, em plantas oriundas de dispersão natural, de cerca de dois anos de idade (PENTEADO et al, 2000a). Os autores observaram em 1999, uma intensa infestação de *C. pinivora* nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo em função de condições climáticas favoráveis.

No Brasil, o primeiro registro para *C. atlantica* foi em 1998 (LAZZARI; CARVALHO, 2000), e em 1999 já foi encontrada em plantações nos municípios de Ortigueira e Telêmaco Borba (PR) (OTTATI, 1999). Lazzari e Carvalho (2000) relataram que *C. pinivora* e *C. atlantica* ocorrem em *P. elliottii*, *P. taeda* e *P. caribaea*.

Outras espécies de *Cinara* em *Pinus* já foram citadas no Brasil: *C. piniformosana* (Takahashi) e *C. maritimae*. Em Cupressaceae, duas espécies foram encontradas: *C. tujafilina* (del Guercio) em *Thuja* sp. e *C. cupressi* em *Cupressus* sp. (LAZZARI; CARVALHO, 2000). Penteado et al (2000a) citam também como hospedeiro de *C. fresai* árvores de *Cupressus* sp..

2.4 Relação planta hospedeira - afídeo

A maior família de afídeos (Aphididae) realizou seu sucesso evolucionário através da exploração parasítica da flora temperada. Essa flora é constituída por hospedeiros altamente inconstantes, com ciclos sazonais marcados e uma grande diversidade de padrões de crescimento ao longo dos verões (KENNEDY; STROYAN, 1959).

Muitos aspectos na biologia de pulgões são dependentes da qualidade de suas plantas hospedeiras, além da temperatura. Portanto, a aptidão do afídeo dependerá desses parâmetros, que por sua vez determinarão seu sucesso ecológico. Avaliar a aptidão de um organismo em um ambiente natural é uma tarefa importante e também difícil, já que muitos parâmetros que determinam sua aptidão necessitam de certas características, como por exemplo um ambiente uniforme (STADLER, 1998).

Qualquer pulgão pode ser considerado como uma praga potencial quando há condições favoráveis à sua reprodução. A taxa de reprodução dos afídeos é dependente principalmente da qualidade do alimento, espécie de planta hospedeira e

temperatura. A qualidade do hospedeiro pode ser controlada, até certo ponto, aplicando-se fertilizantes e outras substâncias químicas (DREES, 1993).

A especificidade hospedeira é geralmente elevada em afídeos, sendo que a maioria se restringe a uma única família de plantas ou a um gênero, embora alguns apresentem baixa especificidade hospedeira (UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000).

O gênero *Cinara* não é um grupo monofilético. Espécies que se alimentam em diversos hospedeiros apresentam um local de alimentação comum, como por exemplo, os novos ponteiros emitidos, e provavelmente são mais relacionadas que aquelas espécies que se alimentam em um mesmo hospedeiro (VOEGTLIN, 2003b). Esse importante gênero resultou de um grande sucesso adaptativo nas coníferas das famílias Pinaceae e Cupressaceae (BLACKMAN; EASTOP, 1994).

Espécies de Cinarini alimentam-se de coníferas (DREES, 1993). Os afídeos do gênero *Cinara* são associados em coníferas dos gêneros *Abies*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Thuja* e *Tsuga*. Os insetos normalmente se alimentam nos ramos, troncos ou raízes, mas algumas espécies são encontradas em brotos jovens ou nas acículas, e uma espécie pode ser encontrada em qualquer lugar de uma árvore, particularmente nas partes novas (UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000).

Segundo Blackman e Eastop (1994), o gênero *Cinara* é um dos poucos grupos que se alimentam de várias espécies e vive, numa mesma geração, sem alternar hospedeiros em raízes, troncos, ramos, brotações e folhagem (DREES, 1993, BLACKMAN; EASTOP, 1994, VOEGTLIN, 2003b), enquanto que espécies de outros gêneros alimentam-se nas brotações (DREES, 1993).

Cinara spp. foram observados colonizando brotações laterais e terminais e troncos de *P. ponderosae* em Prescott (Arizona) durante o mês de maio (UNITED STATES, 1998).

Bradley (1959) observou durante os meses de verão de 1957 e 1958, no Canadá, os locais de alimentação de 18 espécies de *Cinara* em três períodos distintos do ano em hospedeiros como *J. communis*, *P. banksiana*, *P. resinosa*, *P. strobus*, *Abies balsamea*, *Picea glauca* e *Larix laricina*. Segundo esse autor, os locais de alimentação não variam significativamente de uma árvore a outra, ou de um local a outro. Os locais observados foram acículas, ramos, brotações, raízes e tronco. Em observações realizadas para *C. pinivora* por

este autor nos períodos estudados, início e final da primavera e no verão, os insetos dessa espécie preferem se alimentar nos ramos sem acículas e na base de copa de árvores em áreas abertas.

Bradley (1960) observou em uma árvore de *P. banksiana* a ocorrência de seis espécies de *Cinara*, sendo que as colônias dessas espécies permaneceram separadas, e que colônias com presença de indivíduos de mais de uma espécie ocorreram raramente. O autor teve a intenção, nesse trabalho, de discernir a confusão que havia acerca da sistemática das espécies de *Cinara*, e que informação desse tipo é inestimável para estabelecer ou confirmar a separação de espécies similares morfológicamente.

Modelos de simulação de computador de populações de *C. pinea* que se alimentam de *P. sylvestris* tentaram explicar as baixas densidades populacionais de afídeos em coníferas no Reino Unido, em contraste a outros afídeos que estão associados a plantas herbáceas ou árvores decíduas. Esses modelos sugerem que a constituição química da seiva da árvore seja o fator mais importante na regulação de surtos, que ocorrem ocasionalmente quando a árvore estiver estressada por algum fator, como seca, chuva ácida, condições do talhão inadequadas etc (KIDD; JARVIS, 1991).

Em trabalho de campo na Índia, nos meses de junho, agosto e outubro de 1988, uma infestação de *C. atrotibialis* em *P. kesyia* foi estudada por Agarwala e Bhattacharya (1993). As árvores foram infestadas com pulgões quando apresentavam entre um e sete nós. As árvores com três nós foram mais atacadas que árvores de outros tamanhos, e árvores com ninhos de formigas próximos e com tonalidade de árvores mais desenvolvidas foram mais infestadas também. Esses pesquisadores também concluíram que o comprimento do estilete é importante para a sua alimentação.

Em um estudo foram consideradas três variáveis: suprimento nutricional pelas plantas hospedeiras (alta e baixa qualidade das plantas), mudanças na qualidade da planta hospedeira, devido ao ciclo de vida monoécio, e regime de temperatura constante e variável. Para uma das três gerações sucessivas estudadas de *C. pruinosa* alimentando-se de *P. abies*, a mudança na aptidão foi determinada pelo cálculo da taxa de crescimento intrínseco e do sucesso reprodutivo total esperado quando os pulgões foram criados em condições de casa de vegetação (temperatura constante) ou campo (temperatura variável). O suprimento nutricional, ciclo de vida da planta e temperatura afetaram a aptidão

dos afídeos, com a oscilação da temperatura afetando as demais variáveis. Como consequência, diferenças nos valores entre tratamentos foram mais pronunciadas sobre o regime de temperaturas constantes de uma casa de vegetação e menos acentuadas no campo. Se a qualidade da planta varia sem a variação da temperatura, a contribuição da aptidão de gerações anteriores é superestimada em comparação às gerações posteriores (STADLER, 1998).

Santos, Wikler e Andrade (2003c) estudaram o hábito do pulgão-gigante-do-pinus em relação à altura do hospedeiro. Avaliaram-se ramos atacados de 350 árvores, de idades entre zero e três anos, considerando-se 25 pulgões/cm para que fosse possível extrapolar o número de pulgões para os ramos e para a planta inteira. As árvores foram separadas em cinco classes de altura e em três estratos. Esses autores concluíram que o pulgão-gigante-do-pinus ataca a planta inteira. Nas plantas com alturas menores que 0,70 m cerca de 80% do ataque ocorre em apenas um ramo. Nas plantas com alturas entre 0,70m e 2,00 m o percentual do ataque em apenas um ramo reduz-se a cerca de 50% e mostra uma certa preferência do inseto pelos estratos inferiores, o que ocorre também nas plantas com alturas entre 2,00 e 3,60 m. Essa preferência pode ser explicada por alguns fatores micro-ambientais promovidos pela copa, como: maior sombreamento, temperaturas mais amenas, maior umidade relativa, menor velocidade do vento e maior concentração de carboidratos na base da copa, devido à maior área fotossintética dos ramos resultante da maior dimensão.

2.5 Dinâmica populacional

Vários padrões são encontrados nos ciclos de vida de afídeos, mas a característica fundamental nas regiões de clima temperado é a alternância de uma geração sexual com várias gerações nas quais somente fêmeas partenogenéticas são produzidas, a qual é denominada de holocíclica e que as espécies de *Cinara* apresentam (BLACKMAN; EASTOP, 1994, UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000). Ainda segundo esses autores, esse fenômeno é uma característica primitiva da biologia de afídeos.

Como resultado dessa diferenciação funcional, existem diferenças também morfológicas, sendo que indivíduos ápteros apresentam uma capacidade reprodutiva

alta e indivíduos alados são especializados para a dispersão (UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000).

Afídeos alados maiores tendem a apresentar uma carga de vôo maior que a de afídeos pequenos. Isso pode reduzir a habilidade dos indivíduos grandes em iniciar vôo e quando o fazem, limita sua dispersão. Entretanto, Kidd (1991a) relata que o tamanho do corpo do inseto não o impede de voar, porém influencia sua capacidade de migrar. O afídeo *C. pinea* pode iniciar seu vôo normalmente, apesar de apresentar em certas ocasiões uma carga de vôo até duas vezes maior que a carga de vôo que limitaria o início do vôo em outras espécies. Em indivíduos alados pequenos não ocorre embriogênese até o término do vôo migratório, sendo que a embriogênese pode provocar um aumento da massa corporal de até 2,5 vezes. Esse pesquisador concluiu que os indivíduos alados pequenos podem estar melhor adaptados ao vôo migratório que os insetos grandes.

O ciclo de vida de *C. winonkae* Hottes colonizando *T. orientalis* foi descrito por Bray (1953). Segundo esse pesquisador, adultos ápteros, fêmeas vivíparas e ninfas colonizam as raízes durante todo o ano. No final de fevereiro, as fêmeas ápteras aparecem nos troncos e ramos. Em meados de março, formas aladas estão presentes e permanecem até a primeira semana de maio. Durante maio, quase todas as formas desaparecem das porções aéreas da planta. Em áreas bem sombreadas, algumas fêmeas ápteras podem ser encontradas nos troncos e ramos durante todo o verão. No final de setembro, as fêmeas ápteras surgem novamente nos troncos e ramos. No início de outubro, fêmeas vivíparas aladas estão presentes, e permanecem nas plantas durante o mês de novembro. Fêmeas ápteras ocorrem nos troncos após a primeira semana de dezembro. Machos, fêmeas ovíparas e ovos não foram observados.

Bradley (1960) descreveu o ciclo de vida de *C. curtis* colonizando *T. heterophylla*. Os ovos são colocados nas acículas do final dos ramos, sendo um ovo por acícula, na sua face inferior. As fundatrizes ocorrem em grupos de três ou quatro nos ramos, que variam de 0,6 a 1,3 cm de diâmetro. Eles são encontrados em árvores jovens localizadas em áreas descampadas, com pouca densidade de plantas, e também em árvores dominadas em áreas sombreadas. Posteriormente, os pioneiros e as ninfas formam densas colônias nos ramos. A maioria dos afídeos migra para as raízes das árvores no início do verão, com as colônias localizando-se próximas ao aglomerado de raízes. Por duas vezes, as colônias de afídeos estiveram nas partes baixas do tronco de árvores pequenas em áreas abertas, bem como nas

raízes. Numerosas fêmeas aladas vivíparas foram produzidas nas colônias nas raízes e partes mais baixas dos troncos em meados de julho. Esses alados voaram para outras árvores da mesma espécie, onde eles iniciaram a alimentação nas raízes, e depois depositaram suas ninfas nesse local, formando novas colônias. Os afídeos moveram-se das raízes no outono, e as fêmeas ovíparas fizeram suas posturas nas acículas. Formigas estiveram associadas aos afídeos durante todo o período.

Kfir e Kirtsten (1991), trabalhando com *C. cronartii* na África do Sul, estimaram semanalmente entre os meses de abril e novembro de 1983 a 1985, em 50 plantas de *P. patula* com seis anos de idade, o número de colônias, seu tamanho, a presença de múmias e o número total de afídeos por colônia. Durante os anos de 1983 e 1984, a população de afídeos apresentou um pico no início de julho, e apresentou seu colapso no início de agosto, permanecendo pequena até setembro-outubro. Em 1985, a população de afídeos permaneceu pequena sem qualquer pico distinto até o final das avaliações. Esses autores acrescentaram ainda que todas as árvores em pelo menos uma semana estiveram infestadas nos períodos de maior incidência.

Patti e Fox (1981), em amostragens bimestrais durante um ano realizadas em nove plantas de *P. taeda* com idades de quatro, seis e oito anos, na Carolina do Sul, encontraram que o número médio de sete espécies de afídeos por árvore, entre elas *C. atlantica*, foi maior entre os meses de setembro e março, os mais frios no Hemisfério Norte, e que as menores populações foram observadas nos meses de julho e agosto. Quando analisou-se *C. atlantica* separadamente, em árvores de quatro anos, observou-se picos dessa espécie em fevereiro e dezembro, e foi a espécie que apresentou o menor declínio populacional no período entre abril e agosto, sendo nesse último mês a ocorrência da menor população. Nas idades de seis anos, essa espécie apresentou o mesmo período de menor população que nas árvores de quatro anos, mas os picos populacionais foram observados em abril de 1975 e fevereiro de 1976.

Segundo Voegtlin e Dahlsten (1982), em Serra Nevada (EUA), climas em elevadas altitudes, como entre 1000 e 2000 m, são muito severos durante os meses de inverno para a sobrevivência desses afídeos. Nevascas intensas, temperaturas próximas a 0° C e tempestades de inverno são fatores climáticos adversos. Esses autores ainda acrescentaram

que em avaliações em regiões onde a altitude variava entre 200 e 300 m durante os invernos de 1974 e 1975 encontraram-se muitas colônias de *C. ponderosae*.

O ciclo sazonal de *C. cupressi* e *C. maritimae* foi estudado em condições de campo na Jordânia em dois anos sucessivos em plantas de *Cupressus*, sendo que os picos populacionais foram verificados entre o início de janeiro e o final de maio, e a população foi considerada como pequena ou até inexistente entre junho e dezembro (MUSTAFA, 1987).

Furuta (1988) observou a dinâmica populacional em condições de campo de *C. tujaefilina* durante cinco anos no Japão. O limiar de desenvolvimento foi de 9,2° C e o limiar reprodutivo foi estimado em 3,5° C. Os afídeos no inverno necessitaram de dois meses para seu desenvolvimento e geraram ninfas por dois a quatro meses. Estes insetos no inverno apresentaram as menores taxas de crescimento intrínseco e a maior longevidade, e geraram mais ninfas que os afídeos de verão. Ainda, segundo esse autor, a população de afídeos cresceu desde o outono até o inverno em uma taxa fixa, e as maiores populações no outono foram seguidas pelos maiores picos na primavera seguinte.

A flutuação, distribuição e abundância sazonal de *C. piniformosa* em árvores de *P. densiflora* foram estudadas no Japão, entre abril de 1986 e dezembro de 1988. A densidade populacional do inseto foi maior nas partes mais baixas das árvores em abril e nas porções mediana e superior em maio. O pico populacional foi observado entre meados e o final do mês de maio. Após setembro quase nenhum inseto foi encontrado, exceto em 1987, quando alguns foram observados durante o inverno. As primeiras formas aladas foram encontradas entre o final de abril e meados de maio, com maior densidade entre o final de julho e o meio de agosto (FURUIE; HAMASAKI; YANO, 1990).

C. pinea vive exclusivamente em plantas de *Pinus* spp., onde se alimenta de brotos foliares emitidos no ano corrente ou no anterior. A dinâmica populacional desse inseto nesse hospedeiro foi descrita em condição de laboratório, com ausência de inimigos naturais (KIDD, 1990a), e de campo (KIDD, 1990b), utilizando-se um modelo computacional ajustado. Em laboratório, observou-se que a variação na quantidade de insetos por árvore variou até 80% dentro da mesma planta e entre plantas em um período analisado de cerca de três meses. Observou-se também que o número de afídeos foi limitado principalmente pela emigração, que foi influenciada pela densidade populacional e pela qualidade da planta.

Ainda em laboratório, a produção de indivíduos alados mostrou-se de importância desprezível e o período reprodutivo também exerceu pouca influência na taxa de crescimento da população (KIDD, 1990a). O estudo em campo foi realizado em plantas de *P. sylvestris*, no Reino Unido, e foi desconsiderada a ação de inimigos naturais. As previsões obtidas com o auxílio do modelo foram consideradas boas, principalmente logo após o início do período de aparecimento do pulgão, já que o provável impacto de inimigos naturais foi baixo. Esse autor citou que para determinar densidades de população em campo, a época e as variações entre as plantas são importantes para uma boa previsão (KIDD, 1990b).

C. pinea atravessa o inverno como ovos, embora em certas regiões mais quentes de sua distribuição geográfica, os afídeos podem sobreviver até a primavera. No Reino Unido, as ninfas eclodem no início de março e, geralmente, continuam até o final do mês. A primeira geração de adultos, as fundatrizes, é observada até o final de maio, depois de passarem por quatro ínstares ninfais. Essas fêmeas virgens, as virginóparas, produzem uma seqüência de, normalmente, seis gerações assexuais (partenogénéticas). Os adultos são todos ápteros, exceto durante um pequeno período durante junho e julho, quando surgem alguns alados. No outono, alguns dos afídeos desenvolvem-se em machos alados ou em fêmeas ovíparas aladas, e no final produzem os ovos de inverno, os quais são depositados esparsamente nas acículas emitidas no corrente ano (KIDD, 1991b).

O ciclo de vida de *C. cupressi* é complexo. Durante os meses de verão, somente fêmeas estão presentes e reproduzem-se partenogeneticamente, dando origem a ninfas por viviparidade. Há duas formas de adultos partenogénéticos: uma áptera e outra alada. Quando o período frio se aproxima, machos e fêmeas são encontrados e ovos são colocados nos brotos e na folhagem, onde passarão o inverno (CIESLA, 1991).

Entre 1984 e 1989, Kettner (1992) acompanhou as populações de *C. pinea*, *C. pini*, *C. escherichi* e *Schizolachnus pineti* em plantas jovens de *P. sylvestris* com no máximo 2 metros de altura, na Alemanha. A espécie mais importante foi considerada como sendo *C. pinea*, cuja densidade populacional variou de 2,5 indivíduos/árvore, em 1984, até 230 indivíduos/árvore, em 1988. A exsudação de "honeydew" somente é facilmente visualizada sobre a árvore quando há menos 150 insetos/árvore ou de 25 indivíduos/ramo. Os picos populacionais foram observados entre os dias 4 e 24 de junho. Esse autor também sugere uma

técnica de amostragem, sendo que a contagem de 20 galhos permite uma previsão precisa da densidade populacional.

O ciclo de vida de *C. schwarzii* foi apresentado por Blackman e Eastop (1994) em *P. ponderosa*, no oeste dos Estados Unidos. Essa espécie é monoécia (passam seu ciclo de vida colonizando um hospedeiro ou plantas próximas taxonomicamente), com um ciclo de vida holocíclico anual. O 1º instar das fundatrizes surge no final de março e se alimenta de ramos finos, tornando-se adulto em abril. Grandes colônias de formas vivíparas associadas a formigas, incluindo indivíduos ápteros e alados, desenvolvem-se na casca de ramos finos e pequenos galhos. Em algumas espécies de *Cinara*, alados ocorrem entre junho e julho, mas em *C. schwarzii* eles são encontrados desde maio até setembro. Machos alados e fêmeas ovíparas ocorrem em setembro-outubro.

Blackman e Eastop (1994) descreveram alguns aspectos de 198 espécies de *Cinara*. *Cinara atlantica* forma densas colônias na primavera em plantas jovens ou em pequenos ramos em muitas espécies de *Pinus*. As formas ovíparas poderiam ocorrer desde o outono, e os ovos são colocados nas acículas. *C. maritimae* vive separadamente ou em pequenos grupos entre a base de acículas nos ramos finos jovens de *Pinus* spp.. Indivíduos analocíclicos –que não apresentam alternância de uma geração sexual com várias gerações onde apenas fêmeas partenogênicas são produzidas- ocorrem freqüentemente. *C. pinivora* forma densas colônias nos ápices dos ramos, ou dispersa-se ao longo das partes mais velhas de ramos finos de *Pinus* spp.. Fêmeas ovíparas e machos alados ocorrem nos meses de outubro e novembro.

O pico populacional de *C. pinivora* no Sul do Brasil é registrado no final do outono e inverno, período no qual a temperatura média varia entre 10° C e 15° C, sendo que no verão a população cai drasticamente devido à estivação. Essa dinâmica foi observada em 1996 e no ano seguinte, no município de Lages (SC), estes afídeos foram observados a partir de maio, sendo que a partir do início de junho observou-se um grande aumento da infestação, a qual perdurou até o final de agosto, e a partir daí os insetos não foram mais encontrados (PENTEADO et al, 2000a).

Iede (2003) monitorou a flutuação de *C. atlantica* e *C. pinivora* através do uso de cinco armadilhas amarelas de água com coletas semanais e observação visual dos afídeos em 20 plantas/ha em períodos com intervalos quinzenais, em áreas de 1 ha de *P. taeda*,

em Rio Negrinho (SC) entre maio de 2000 e novembro de 2002, e Arapoti (PR) entre outubro de 2000 e novembro de 2002 e de *P. oocarpa* em Sengés (PR), entre outubro de 2000 e novembro de 2002. Segundo esse 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 é maior na primavera e inverno, seguida do outono, sendo mais baixa no verão.

Santos, Wikler, e Andrade (2003b) desenvolveram uma metodologia de amostragem simples, rápida e eficiente do pulgão-gigante-do-pinus para estimar o percentual de ataque, número médio de insetos por planta e danos predominantes. A elaboração dessa metodologia de amostragem ocorreu através da amostragem de 40 plantas em 40 projetos, fazendo-se a uma estimativa do número de insetos nos ramos atacados, na região de Guarapuava (PR). Em cada projeto, as plantas foram divididas em grupos de 10 árvores, que foram considerados como tratamentos, sendo que a testemunha foi considerada como a média das 40 árvores de cada projeto. A análise de variância revelou não existir diferenças significativas entre os tratamentos, ou seja, que a contagem de 10 árvores de um talhão representam bem a população de pulgões em talhões de *Pinus* entre zero e três anos de idade. Em relação ao percentual de ataque e aos danos predominantes não houve variação relevante.

Realizou-se um ajuste preliminar de uma amostragem seqüencial para detectar a infestação de *C. atlantica* em *P. taeda*, no Uruguai. Em 12 amostragens realizadas entre fevereiro e novembro de 2001, avaliaram-se 320 árvores nos três primeiros meses, e nas avaliações restantes, avaliaram-se 80 plantas. Em 2002, entre as 320 árvores selecionadas no ano anterior, escolheram-se 180, e efetuaram-se amostragens quinzenais entre março e maio. Entre maio e agosto, devido à grande infestação das árvores pelo inseto, avaliaram-se apenas 90 plantas, totalizando-se para esse ano 13 avaliações. O grau de infestação foi medido através de uma escala de notas para o comprimento das colônias nos ramos, que variava entre 0, sem presença do pulgão, até 4, ramos com mais de 60 cm ocupados pelo afídeo. Um índice de infestação de ramos foi calculado para medir a intensidade de ataque dos pulgões, e a seguir construíram-se tabelas de amostragem seqüencial entre a média e a variância do índice de infestação. Para validação da técnica de amostragem, utilizou-se uma seleção de árvores aleatoriamente e três sistemáticas de escolha de linhas e de árvores dentro das linhas. O

modelo empírico da amostragem seqüencial apresentou uma confiança de 80% e precisão de 25%, devendo-se amostrar um mínimo de 30 e um máximo de 270 árvores por talhão. O modelo apresentou um bom ajuste nos anos de estudo ($> 90\%$), mas deve-se considerar como um estudo preliminar, necessitando de repetição com um maior número de árvores, anos e localidades (CADENAZZI; RIBEIRO; TERZAGHI, 2003).

2.6 Importância econômica, sintomas de ataque e danos

Alguns dos afídeos mais importantes economicamente são pragas, não pelo seu pequeno efeito que causam como indivíduos pela sucção de seiva de suas plantas hospedeiras, mas são importantes às culturas somente porque ocorrem em grandes populações, que, dessa maneira, impõem uma forte extração de nutrientes das plantas que atacam ou porque são vetores de doenças (MILES, 1989).

As plantas nos sistemas de produção podem ser afetadas diretamente ou indiretamente como resultado da presença de populações de afídeos (WELLINGS et al, 1989). Os danos que os afídeos causam são importantes, afetando desde sistemas agroflorestais à produção madeireira e plantas ornamentais, além de causarem grande preocupação em pomares de sementes e viveiros (UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000).

Os pulgões caracterizam-se por formarem grandes colônias de insetos que se alimentam, utilizando-se de seu aparato bucal modificado, do tecido do floema de troncos, ramos, folhas, raízes e partes reprodutivas das plantas, causando-lhes freqüentemente danos consideráveis em função de suas grandes populações (DREES, 1993, UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000). Os efeitos diretos são oriundos da sucção da seiva, injeção de substâncias ativas na saliva, interferência no desempenho fisiológico das culturas e remoção de aminoácidos e nitrogênio das plantas. Os efeitos indiretos, como enfraquecimento geral da planta, são causados pela transmissão de vírus, excreção de “honeydew” e trocas nas comunidades de microflora nas superfícies das plantas, que pode influenciar a fisiologia da cultura (WELLINGS et al, 1989).

A ação de succionar a seiva de ramos provoca um amarelecimento e posterior escurecimento das acículas do ramo atacado e esses sintomas são mais facilmente

visíveis durante as estações secas do ano (UNITED STATES, 1998, UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000).

A desaciculação de árvores de *P. sylvestris* com três anos de idade devido à alimentação de *Schizolachnus pineti* Fabricius foi associada com a redução da emissão e alongação de acículas no ano posterior ao ataque (THOMPSON, 1977).

Grandes infestações de afídeos causam encarquilhamento da folhagem, morte do broto apical, debilitam e reduzem a vitalidade da árvore (UNIVERSITY OF GEORGIA, 2000).

Em regiões de clima quente do oeste e do sul africano, o pulgão-do-cipreste *C. cupressi* não apresenta diapausa por um período prolongado em estágio de ovo. A reprodução partenogenética continua durante o ano inteiro, e quando associada com a falta de inimigos naturais, tem permitido que populações desse inseto cresçam rapidamente (CIESLA, 1991).

No Quênia, *Cupressus lusitanica* é responsável por 45% das plantações florestais com fins industriais e *C. cupressi* é uma ameaça à futura viabilidade dessa importante espécie de árvore, a menos que um programa de manejo seja desenvolvido. Esse afídeo é a quarta, e a mais danosa, espécie que se alimenta de coníferas a ser introduzida na África desde 1968 (CIESLA, 1993).

Em 1997, um surto de *C. cupressi* ocorreu na Itália Central, causando sintomas de murcha e avermelhamento em muitas árvores de cipreste, especialmente nas áreas urbanas (BINAZZI, 1997).

Em recentes décadas, *C. cupressi* têm danificado seriamente plantios comerciais e ornamentais e áreas nativas de *Cupressus*, *Juniperus*, *Widdringtonia* e outras Cupressaceae na África, Itália, Jordânia, Iêmen, Ilhas Maurício e Colômbia (WATSON et al, 1999).

Segundo Santos, Wikler e Andrade (2003a), os danos causados pelo pulgão-gigante-do-pinus são de difícil mensuração.

De acordo com Patti e Fox (1981), ataques mais intensos ocorrem em árvores jovens. Fox e Griffith (1977) verificaram no final do terceiro ano uma redução significativa no crescimento em diâmetro e altura de árvores de *P. taeda*, que foram atacadas por *C. atlantica* com um e dois anos de idade.

C. atlantica foi introduzida acidentalmente no Brasil e agora causa problemas em plantações jovens de *P. taeda* (VOEGTLIN, 2003a).

Lazzari e Carvalho (2000) relataram recentes surtos de afídeos em coníferas no Sul do Brasil, causando perdas significativas para a silvicultura e indústria madeireira. Os danos das espécies de *Cinara* e, provavelmente outras espécies associadas, são mais visíveis após vários anos de infestação.

Segundo Penteado et al (2000a, 2000b), as árvores atacadas por *C. pinivora* apresentam clorose, deformação e queda prematura de acículas, redução no desenvolvimento da planta, entortamento do fuste e superbrotação devido à destruição do broto apical. Certos danos indiretos provocados devem-se à eliminação de substância açucarada pelos pulgões, criando-se, dessa maneira, condições propícias à presença e desenvolvimento de fumagina, o que resulta em uma redução da área fotossintética e dificulta os processos de respiração e transpiração da planta, sendo generalizado o desenvolvimento do fungo em áreas atacadas (PENTEADO et al, 2000a, 2000b). Lazzari e Carvalho (2000) adicionam a essa lista outro dano indireto, que é a grande quantidade de insetos que se aderem aos painéis de extração de resina, deixando-a com pigmentos avermelhados, resultando em perda de valor comercial.

Segundo Zaleski (2003), que trabalhou com três diferentes densidades de infestação de *C. atlantica* (entre 1 e 10, 11 e 20 e 21-50) e duas idades de plantas hospedeiras de *P. taeda* (90 e 150 dias), as mudas atacadas apresentaram redução no desenvolvimento, entortamento do fuste, superbrotação e presença abundante de fumagina. O diâmetro do colo foi significativamente reduzido com o aumento da densidade populacional, em até 16,15% com 21-50 afídeos nas mudas com 90 dias, em relação à testemunha. Nas mudas com 150 dias não houve diferença significativa no diâmetro do colo entre as mudas infestadas e a testemunha. Entretanto, houve uma redução de 24,45% na altura das mudas de 90 dias com 21-50 afídeos, e 32,57% nas de 150 dias com 11-20 afídeos.

Iede (2003) caracterizou e quantificou os danos causados por *C. atlantica* e *C. pinivora* em plantios de 1 ha protegido por aplicação de inseticida e 1 ha não protegido de *P. taeda* nos municípios de Rio Negrinho (SC) e Arapoti (PR) e de *P. oocarpa* em Sengés (PR). Os danos dos afídeos foram clorose, entortamento e afilamento de caule e ramos. Em Rio Negrinho, as árvores atacadas perderam, no primeiro ano, cerca de 28,57% de

crescimento em altura e 16,62% de diâmetro. Posteriormente, houve uma recuperação e as perdas no final do experimento, após dois anos, foram de 13,43% em diâmetro e 14,84% em altura.

Em trabalho que avaliou os danos causados por *C. atlantica* em plantas de *P. taeda* em diferentes sistemas de manejo de plantas invasoras, Oliveira (2003) observou danos mais acentuados em áreas onde as entrelinhas de plantio foram mantidas livres de plantas invasoras. Utilizando-se de um sistema de notas em função do tipo de injúria, essa autora observou que nos sistemas de manejo com mato e roçada os danos mais frequentes foram entortamento do fuste e bifurcações. Entretanto, quando utilizou-se a gradagem e aplicação de herbicida para o controle das plantas daninhas, os danos foram mais acentuados, com bifurcações e envassouramentos. Constatou-se também que houve maior crescimento de árvores de *P. taeda* infestadas com *C. atlantica* quando o mato nas entrelinhas foi mantido. Verificou-se também que em áreas onde as plantas invasoras foram manejadas com uso de roçadeira ou gradagem, o crescimento das mesmas não foi afetado.

Eskiviski et al (2003) observaram que os danos causados por *C. atlantica* em *Pinus* spp. na Argentina, foram a perda de dominância, em alguns casos a morte do broto apical, trazendo como consequência a dominância no crescimento de um ou mais brotos laterais, caracterizando o superbrotamento. Em *P. taeda* esse tipo de dano se observou em cerca de 60% das plantas e para *P. elliottii* essas mesmas malformações ocorreram em 5% das árvores. Os autores observaram também que os danos e malformações produzidas foram mais importantes quando as plantas ainda não haviam alcançado 1,5 m de altura, sendo que 58,5% apresentaram algum tipo de dano nessa fase. O crescimento das plantas permitiu que as malformações, como as tortuosidades produzidas pelo desenvolvimento dos ramos laterais devido à morte do ápice, fossem sendo corrigidas naturalmente, e no ano seguinte, com alturas médias de 3 m, registraram-se a presença de danos em apenas 10,5% das plantas. Além disso, encontraram-se diferenças significativas entre o crescimento em altura e diâmetro entre as plantas sem danos e as que apresentavam danos severos em diferentes idades analisadas.

2.7 Aspectos biológicos

A importância da determinação de aspectos biológicos do pulgão está no fornecimento de subsídios básicos para uma continuidade de estudos sobre uma determinada espécie. Bray (1953) em seu estudo sobre a biologia e controle de *C. winonkae*, revelou que, após ter sido feita uma revisão de literatura, pouco se sabia sobre a biologia desse inseto, e que, conseqüentemente, recomendações de controle foram inadequadas.

Muitos aspectos da história de vida de afídeos são criticamente dependentes da qualidade de seus hospedeiros e da temperatura predominante. Dessa maneira, a aptidão de um clone de afídeo dependerá desses parâmetros, que determinarão sua ecologia, e que, finalmente, culminará em seu sucesso evolucionário. Medições da aptidão de um organismo em um ambiente natural é uma ferramenta importante, porém dispendiosa, já que muitos parâmetros que codificam a aptidão precisam ser assumidos, como, por exemplo, o ambiente uniforme ou a distribuição etária estável (STADLER, 1998).

Os insetos da família Aphididae apresentam ciclo de vida variável, mas usualmente anual com alternância de hospedeiro em alguns grupos. Já as espécies de Lachninae apresentam um ciclo de vida tipicamente anual, sem alternância de hospedeiro, em várias plantas lenhosas, como os insetos das tribos Cinarini e Lachnini, ou em raízes, como os da tribo Tramini (BLACKMAN; EASTOP, 1984).

A biologia do pulgão do cipreste *C. cupressi* e de *C. maritimae* foi estudada por Mustafa (1987) em plantas de *Cupressus* nas seguintes condições ambientais: temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 30%. Os seguintes parâmetros biológicos foram avaliados: fecundidade, período de pré-reprodução, período de reprodução e ciclo total de vida para as formas ápteras. Para *C. cupressi*, a fecundidade foi de 23,5 ninfas/fêmea, o período de pré-reprodução de 15,3 dias, o período de reprodução de 5,3 dias e ciclo total de vida de 21,9 dias. Os valores encontrados para *C. maritimae* foram uma fecundidade de 13,8 ninfas/fêmea, um período de pré-reprodução de 20,3 dias, período de reprodução de 5,3 dias e ciclo total de 26,3 dias.

A biologia de *C. atrotibialis* foi determinada em condições de campo em plantas de *P. kesiya*, em Shillong, na Índia, entre junho de 1987 e abril de 1988. Notou-se

que os afídeos tendem a alimentar-se em ramos pequenos localizados na parte apical dos ramos principais e na brotação apical em árvores de dois anos, ou na junção de galhos em árvores de 3-4 anos de idade. Em plantas com idades entre seis meses e um ano de idade e árvores mais velhas que quatro anos não foram observadas infestações. O pico populacional foi observado entre junho e agosto e o nível populacional mais baixo foi observado em dezembro. A incidência de indivíduos alados foi baixa, variando entre 0,87 e 1,19% do total da população. Presumiu-se que o parasitóide *Pauesia laricis* (Hymenoptera: Braconidae) fosse o responsável pelo declínio da população do pulgão nessa região (AGARWALA, 1989).

Kairo e Murphy (1999) estudaram alguns parâmetros biológicos e determinaram a tabela de vida de *Cinara* sp. n. para auxiliar no desenvolvimento de métodos eficientes de controle e fornecer informações básicas necessárias para a implantação de agentes biológicos para seu controle na África. Taxas de desenvolvimento e de fecundidade foram determinadas sob quatro temperaturas: 10° C, 15° C, 20° C e 25° C. Estudaram-se também os efeitos do nitrogênio, potássio e fósforo em diferentes níveis nas plantas sobre a biologia do pulgão. Diferentemente de muitos afídeos, as formas ápteras desenvolveram-se em três instares, e as aladas passaram por quatro instares. Os indivíduos dessa espécie permaneceram muito agregados e exploraram para sua alimentação desde ramos jovens até o tronco. O período de desenvolvimento variou entre 9,3 dias a 25° C e 22,3 dias a 10° C, sendo que o limiar de desenvolvimento foi de 0,61° C. A reprodução retardou-se devido à maior duração de desenvolvimento e a produção de ninfas decresceu com a diminuição da temperatura. A taxa de crescimento intrínseca variou entre 0,117 a 25° C e 0,060 a 10° C. E, por fim, esses autores não observaram efeitos significativos dos diferentes nutrientes de plantas fornecidos separadamente ou em combinação na duração dos instares ou na sobrevivência total.

Ottati (1999) determinou alguns parâmetros biológicos de *C. atlantica* alimentadas com *P. taeda* em Telêmaco Borba (PR), em vasos com mudas de seis meses de idade, nas seguintes condições ambientais: temperatura de $19,3 \pm 0,9^{\circ}$ C, umidade relativa de 79,5% e fotofase de 12h. Essa autora determinou a duração média da fase ninfal e a fase adulta, assim como o número de ninfas/fêmea. Observou-se que a duração do 1º instar foi de 2,3 dias, de 3,1 dias no 2º instar, de 3,0 dias no 3º instar e 2,8 dias no 4º instar, perfazendo-se

um total de 11,2 dias na fase ninfal. Na fase adulta os insetos dessa espécie tiveram uma longevidade de 16,0 dias, e o número de ninfas/fêmea foi de 22,0 indivíduos.

Zaleski (2003) estudou os aspectos biológicos da biologia de *C. atlantica* sob diferentes temperaturas (10, 15, 20, 25 e 30° C) e determinou seus limites térmicos. A fase ninfal apresentou quatro ínstares com duração total de 7 dias a 30° C e 32,23 dias a 10° C. O período pré-reprodutivo durou 1,21 dia a 15° C e 2,43 dias a 30° C. O período reprodutivo decresceu de 39,48 dias a 10° C para 6,43 dias a 30° C. A fertilidade total das fêmeas foi maior a 15° C com 65,05 ninfas/fêmea e menor a 30° C com 4,14 ninfas/fêmea. A longevidade variou entre 12,71 dias e 30° C e 73,35 dias a 10° C, e o ciclo total variou entre 19,71 dias a 30° C e 105,58 dias a 10° C. A sobrevivência ninfal foi de 100 % a 15° C e de 50 % sob 30° C. O limite inferior de temperatura para o desenvolvimento foi de 3,51° C para a fase ninfal, 6,92° C para o estágio adulto e 5,94° C para o ciclo de vida, sendo que as constantes térmicas foram 179,16 para o período ninfal, 318,95 para a fase adulta e 497,74 graus-dia para o ciclo total. Essa pesquisa concluiu que a temperatura de 15° C foi a mais favorável para o desenvolvimento e reprodução de *C. atlantica*.

Santos, Wikler e Andrade (2003a) determinaram a flutuação populacional do pulgão-gigante-do-pinus em avaliações realizadas nos meses de janeiro e julho de 2003, através da contagem direta dos pulgões nos ramos atacados de 40 árvores na linha da bordadura, na primeira data, e das primeiras 10 árvores da linha da bordadura, na segunda data. A diferença entre as metodologias de amostragem não comprometeu as comparações, pois a média de pulgões contados não diferiu significativamente pelo teste de Bartlett.

Eskiviski et al. (2003) estudaram o ciclo biológico de *Cinara* e seus efeitos sobre as plantações de *P. taeda* e *P. elliottii* em plantas de um ano de idade em quatro áreas distintas localizadas na Argentina, através de cinco armadilhas de água tipo Moericke por um ano. Os picos de coleta de alados nas armadilhas ocorreram entre 7 e 30 dias após os picos observados sobre as plantas.

2.8 Controle

Drees (1993) sugere algumas táticas de supressão de populações de pulgões. Segundo esse autor, a maioria das populações de afídeos é moderada em função de controle natural que incluem condições ambientais (ventos fortes, chuvas intensas, temperaturas extremas etc) e inimigos naturais (joaninhas, sirfídeos, vespas parasitóides, como das famílias Braconidae e Chalcididae, e fungos entomopatogênicos). Além disso, esse autor apresentou uma listagem de agentes de controle biológico, métodos e inseticidas não químicos para a supressão de infestações de afídeos.

O controle químico torna-se extremamente difícil devido à resistência a inseticidas, particularmente em relação aos organofosforados, carbamatos e piretróides. Ffrench-Constant (1988) cita que piretróides podem aumentar a infestação quando aplicados, como o caso de um afídeo que ataca pessegueiros que é estimulado à reprodução após a aplicação de inseticidas. Esses produtos podem provocar também um aumento drástico das populações de afídeos após uma aplicação, em função da eliminação de seus inimigos naturais e a sua não adequação para o controle das espécies-alvo (OETTING, 1985).

Aplicações terrestres de inseticidas químicos foram realizadas contra o afídeo *C. cupressi* em muitos países do leste africano, mas a despeito do sucesso na redução das populações de afídeos, algumas árvores continuaram a morrer. Infestações que permaneceram não tratadas por mais que 20 dias tenderam a ter uma permanente presença nas plantas hospedeiras (CIESLA, 1991).

Segundo Cranshaw (1999), os afídeos são controlados por inimigos naturais como as joaninhas. Esse pesquisador também sugere que se deve fazer um levantamento dos inimigos naturais presentes antes de efetuar um tratamento das plantas com inseticidas. Quando isso for necessário, deve-se aplicar inseticidas sistêmicos, que são particularmente efetivos quando os afídeos estão escondidos nas folhas, e inseticidas de contato quando esses estiverem expostos nas folhas.

Ao contrário dos estudos com inseticidas químicos sintéticos, os quais são bastante sucintos, há vários relatos sobre a ocorrência de inimigos naturais em colônias de *Cinara*.

Parasitóides e predadores são efetivos no controle de surtos de pulgões e na manutenção de baixas populações. Entretanto, inseticidas são freqüentemente utilizados para proteger árvores de alto valor comercial e são mais efetivos contra as ninfas (UNITED STATES, 1989).

Coulson e Witter (1984) referem-se às joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae), neurópteros (Neuroptera: Chrysopidae), dípteros (Diptera: Syrphidae) e hemípteros (Hemiptera: Pentatomidae) como importantes predadores de afídeos que atacam espécies florestais.

Na Europa, as joaninhas *Scymnus nigrinus* e *S. suturalis* (Coccinellidae), a mosca *Lestodiplosis pini* (Diptera: Cecidomyiidae), e insetos das famílias Chrysopidae e Syrphidae são predadores de afídeos associados aos plantios de *Pinus* (MILLS, 1990).

A relação entre *C. pini* e o seu predador *Chilocorus bipustulatus* (*C. renipustulatus*) (Coccinellidae) em árvores de *P. halepensis* foi estudada na região de Chacras, na Argentina, entre 1982 e 1984, por Mallea et al (1988).

Rotheray (1988) descreveu o terceiro instar larval de *Metasyrphus neilseni* (Syrphidae), um sirfídeo afidófago que é predador de *C. pinea*, coletada em *P. sylvestris*.

Voegtlin (2003a) observou, nos estados da Flórida, Carolina do Sul e Virgínia, a ocorrência de sirfídeos, mirídeos (Heteroptera), crisopídeos e coccinelídeos, mas nenhum desses ocorreu em freqüência suficiente para provocar um impacto significativo sobre a população de *C. atlantica*.

Espécies de micro-himenópteros do gênero *Pauesia*, pertencentes à família Braconidae, foram utilizadas no controle biológico de espécies do gênero *Cinara* na África do Sul, Índia, Israel e Estados Unidos. Diversos autores destacaram sua importância econômica na provável prevenção de surtos do pulgão nesses países (KFIR; KIRSTEN; VAN RENSBURG, 1985; MESCHELOFF; ROSEN, 1990; KFIR; KIRSTEN, 1991).

Os parasitóides *P. lachniella* e *P. orientalis* foram encontrados na Índia, em 1984, a primeira parasitando *Lachnus tropicalis* em plantações de *Quercus dealbata*, enquanto que a segunda espécie parasitava indivíduos de *C. maculipes* em *P. excelsa* (*P. wallichiana*) (DAS; CHAKRABARTI, 1989).

Algumas características da biologia de *Pauesia* sp., um parasitóide introduzido na África do Sul oriundo dos EUA, contra *C. cronartii*, foram estudadas em laboratório e campo em árvores de *P. patula*, em Transvaal, África do Sul, em 1985, por Kfir e Kirsten (1991). O limite superior para desenvolvimento foi de 29,0° C e o mínimo de 7,5° C, com uma constante térmica de 206,19 graus dias. No campo, encontraram-se 34% dos afídeos parasitados, sendo que os indivíduos de 2º e 3º ínstaes foram os preferidos para a oviposição a ninfas de 1º instar e adultos. Esses autores também observaram que a habilidade de parasitar indivíduos alados pode ter facilitado a sua dispersão pela África do Sul após sua introdução.

Mescheloff e Rosen (1990) citaram a ocorrência de *P. silana* parasitando *C. palaestinensis* em *Pinus* spp. em Israel. Esses autores destacaram sua importância econômica na provável prevenção de surtos do pulgão nesse país.

Kfir e Kirsten (1991) estudaram a flutuação populacional de *Pauesia* sp. entre os anos de 1983 a 1985 na África do Sul, em uma área com *P. patula* de seis anos de idade, onde haviam sido liberados indivíduos do parasitóide. Espécimes de *Pauesia* sp. foram encontrados durante o inverno de 1983, mas não foram observados no verão seguinte e durante a maior parte do tempo do período de maior ocorrência de *Cínara*, em 1984. O parasitóide reapareceu em 1984, na primeira quinzena de agosto, e se tornou permanentemente estabelecido. Em 1983 e 1984, populações dos afídeos aumentaram quando o parasitóide estava ausente e decresceram mais tarde quando *Pauesia* sp. tornou-se estabelecida. Em 1985, quando o parasitóide estava bem estabelecido, a população de afídeo permaneceu pequena, sem picos distintos ao longo da época de aparecimento de *Cinara*. Esses autores indicaram que *Pauesia* sp. pode ter sido responsável pelas mudanças nos níveis populacionais de *C. cronartii*.

Rio Mora e Voegtlin (1988) registraram um importante parasitóide no México, a vespa *Aphididius* sp. (Hymenoptera: Aphidiidae), que controlou a população de pulgões do gênero *Cinara* de forma eficiente naquele país.

No Brasil, tem sido registrado com frequência em plantações de *Pinus* atacadas por afídeos do gênero *Cinara*, a presença de predadores das famílias Coccinellidae, Syrphidae e Chrysopidae (PENTEADO et al 2000a, 2000b; IEDE, 2003; OLIVEIRA, 2003). Uma espécie de fungo entomopatogênico também foi registrada, em mudas de viveiro e no campo no ano de 1999, observando-se que a presença desse fungo associada a condições

climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento dizimou com a população de pulgões (PENTEADO et al, 2000a).

Santos, Wikler e Andrade (2003a) citaram a poda de árvores com três anos como um fato marcante para a redução da população dos pulgões dos pinheiros, e que pode ser utilizada como uma estratégia de controle silvicultural. Mas os autores alertam que essa atividade merece maiores atenções no futuro, visto que não afeta as infestações em árvores com idades inferiores.

O manejo efetivo do pulgão-do-cipreste *C. cupressi* no leste da África foi melhor conduzido dentro de um contexto de manejo integrado de pragas (MIP). O MIP consiste de muitas medidas biológicas, culturais, genéticas e táticas mecânicas usadas isoladamente ou combinadas para reduzir as populações de pragas a níveis toleráveis. O uso de químicos pode ser uma estratégia do MIP, mas devem ser usados como um recurso emergencial (CIESLA, 1991).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais dos experimentos

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas distintas:

a- no Laboratório de Entomologia Florestal do Departamento de Produção Vegetal, área de Defesa Fitossanitária da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Campus de Botucatu (SP);

b- nas fazendas Sul Brasil, localizada no município de Buri (SP) (Figura 1), representada na carta topográfica SF 22 (Paranapanema) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2003a) e com as seguintes coordenadas planas: 134476,210 S 7363540,040 WGR, e Borda II, localizada no município de Nova Campina (SP), representada na carta topográfica SG 22 (Curitiba) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2003b) e com as seguintes coordenadas planas: 102300,336 S 7326706,129 WGR, pertencentes ao Grupo Orsa (Orsa Celulose, Papel e Embalagens S.A.). As fazendas estão localizadas no Pólo de Reflorestamento de Itapeva/Capão Bonito/Buri, o qual faz parte da Região Administrativa de Sorocaba, Região de Governo de Itapeva (KRONKA et al, 2002).

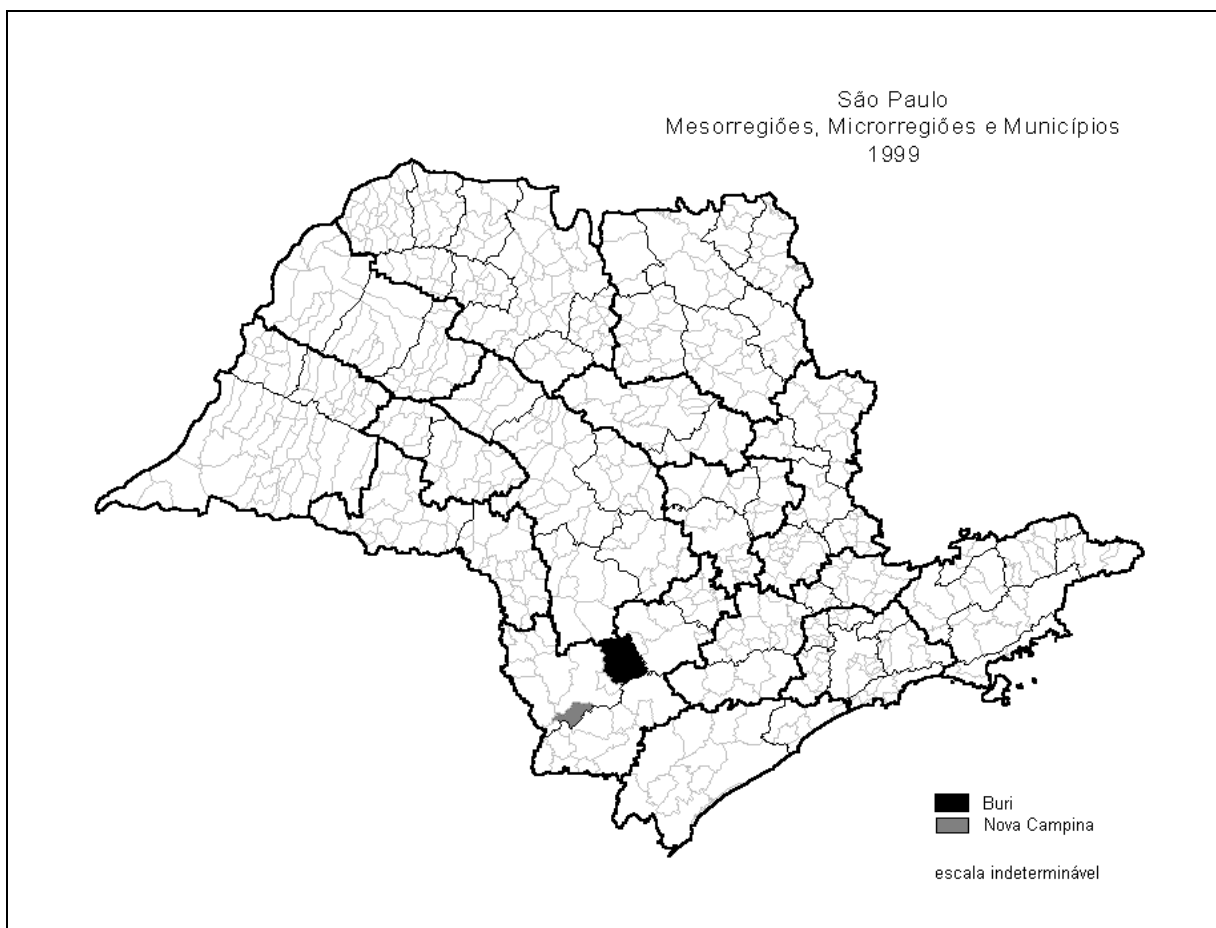


Figura 1: Localização dos municípios de Buri e Nova Campina em mapa do Estado de São Paulo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2002).

3.2 Criação de manutenção

Manteve-se uma criação de *Cinara atlantica* em plantas de *Pinus taeda* em vasos com capacidade para 4 l de terra em casa de vegetação com temperatura controlada ($25 \pm 3^\circ\text{C}$) para o experimento conduzido em laboratório.

Os insetos-matrizes, para o início da criação de manutenção, foram coletados na Fazenda Sul Brasil, em Buri (SP), cortando-se ramos infestados de árvores de *P. taeda* com auxílio de uma tesoura e acondicionados em potes plásticos para o transporte até ao Laboratório de Entomologia Florestal.

3.3 Experimentos conduzidos

3.3.1 Experimento 1: Biologia de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Pinaceae) sob temperaturas constantes

Obtiveram-se variáveis biológicas de indivíduos de *C. atlantica* nas diferentes fases de desenvolvimento em plantas de *P. taeda* e *P. caribaea* var. *hondurensis* sob quatro temperaturas: 18° C, 22° C, 26° C e 30° C.

Os insetos foram mantidos em gaiolas confeccionadas com cilindros de PVC com 10 cm de diâmetro e 40 cm de altura, com duas aberturas laterais, tapadas com filme plástico de PVC para permitir a entrada de luz no interior do cilindro.

Na parte inferior dos cilindros, para evitar que terra ou a água drenada do solo prejudicasse a assepsia das câmaras, foi colocada uma placa de Petri de 9 cm de diâmetro, a qual era limpa periodicamente. A parte superior da gaiola foi tapada com um pedaço de filó quadrado com 12 cm de lado, permitindo, dessa maneira, trocas gasosas.

As mudas, com seis meses de idade, em fase de transplântio para o campo, foram plantadas em tubetes de 5,5 cm de diâmetro e 19,0 cm de altura. Esses tubetes, por apresentarem maiores dimensões que os tubetes utilizados para a formação de mudas, permitiram o crescimento do sistema radicular, impedindo a interrupção do crescimento das plantas. O solo utilizado foi esterilizado por autoclavagem, sendo composto por mistura de solo argiloso, areia e esterco de gado, na proporção de 2:1:1.

3.3.1.1 Seleção das espécies de *Pinus*

As duas espécies de pinheiros estudadas neste experimento foram escolhidas em função de observações pessoais que levaram à constatação de que *P. taeda* seria uma espécie suscetível ao pulgão-gigante-do-pinus, além de ser uma espécie de clima subtropical, enquanto *P. caribaea* var. *hondurensis* poderia ser considerada como uma espécie tolerante ao ataque desse inseto, sendo essa uma espécie de clima tropical.

As plantas de *P. taeda* foram obtidas do viveiro de produção de mudas da Orsa Papel, Embalagens e Celulose S/A, localizado em Nova Campina (SP), e as mudas *P.*

caribaea var. *hondurensis* junto ao viveiro de produção de mudas da Duraflora S/A, localizado em Lençóis Paulista (SP).

3.3.1.2 Obtenção das ninfas

Para o início do experimento, inoculou-se um adulto ou uma ninfa em 3^o ou 4^o ínstar obtido da criação de manutenção, em cada planta a ser utilizada no experimento. Após isso, diariamente, essas plantas foram examinadas para a observação de presença de ninfas. Quando nessas avaliações alguma ninfa era encontrada, retirava-se o adulto, assim como qualquer outra ninfa presente, passando-os às plantas da criação de manutenção. Portanto, quando na planta estava presente uma ninfa, essa planta passava a ser apta a ser avaliada e, assim, obter os resultados das variáveis biológicas.

Procedeu-se dessa maneira devido à extrema sensibilidade das ninfas a qualquer tipo de manuseio, e com o intuito de evitar qualquer tipo de injúria tanto ao seu tegumento quanto ao seu aparato bucal sugador.

3.3.1.3 Condução do experimento

As gaiolas com plantas foram acondicionadas em câmaras climatizadas tipo BOD para as temperaturas 18° C, 22° C e 30° C e em uma sala climatizada para a temperatura 26° C. Em ambas as situações, a fotofase foi de 12 horas e a umidade relativa de $70 \pm 10\%$.

Para as avaliações diárias, as gaiolas com plantas eram retiradas das câmaras climatizadas para as observações necessárias. Utilizou-se lupa de mesa de 10 aumentos como auxílio para a observação das variáveis estudadas.

Com vista à manutenção da umidade do solo, forneceu-se água, diariamente, com a utilização de uma pisseta com água destilada.

Devido ao porte do experimento, os resultados das variáveis analisadas foram obtidos em dois períodos distintos, utilizando-se um período para cada espécie de pinheiro, mas sendo os resultados tomados simultaneamente para as quatro temperaturas para cada espécie de planta.

Quando se observava a morte de algum inseto, desde que este estivesse ainda no 1º ínstar, era substituído por uma nova ninfa recém ninfpositada (1 dia), adotando-se o mesmo procedimento para obtenção dessa nova ninfa.

3.3.1.4 Delineamento experimental

Instalou-se um experimento com dois fatores (espécies de *Pinus* e temperaturas), sendo duas espécies de *Pinus* e quatro temperaturas, totalizando-se oito tratamentos. Cada tratamento foi composto por 20 repetições, sendo cada inseto considerado como uma repetição.

Os insetos foram mantidos individualizados nas plantas até à fase de reprodução, onde, a partir daí, as fêmeas adultas permaneceram junto à sua prole.

3.3.1.5 Variáveis biológicas

As variáveis biológicas avaliadas foram as seguintes:

- estágio ninfal: duração (dias), viabilidade (%), número e duração (dias) dos ínstars;
- estágio adulto: longevidade (dias), viabilidade (%), capacidade reprodutiva (número de ninfas/fêmea), taxa reprodutiva (número de ninfas/fêmea/dia) e período reprodutivo (dias);
- ciclo de vida (de ninfa à morte do adulto): duração (dias) e viabilidade (%).

Para a determinação da duração dos ínstars, diariamente procuravam-se exúvias, que poderiam estar aderidas ainda ao corpo do inseto, ou presentes em um dos seguintes locais: nas acículas ou caule das plantas de *Pinus*, sobre a terra, na borda do tubete, na parede da gaiola, ou na placa de Petri inferior.

A variável viabilidade foi determinada em função da relação entre o número de insetos que completou o estágio de desenvolvimento específico (ninfal ou adulto) ou o ciclo de vida e o número de insetos naquele estágio de desenvolvimento ou no ciclo de vida em que foram tomados resultados, em pelo menos uma ocasião.

3.3.1.6 Análise estatística

Inicialmente, para a determinação da importância dos fatores para os resultados e para observar a adequação de modelos, realizou-se um ajuste de modelos categorizados (procedimento Catmod, SAS[®], 2001) para os fatores espécies de *Pinus* e temperaturas nos resultados de tempo de duração dos ínstares ninfais, nos estágios ninfal e adulto e ciclo de vida. A análise de modelos categorizados executa a modelagem de dados que podem ser representados por uma tabela de contingência. O procedimento Catmod ajusta modelos lineares para funções de frequência de resposta.

Para a determinação de diferenças significativas entre os períodos de duração de cada ínstar, e nos estágios ninfal e adulto e ciclo de vida, executou-se previamente, uma análise exploratória de dados (procedimento Univariate, SAS[®], 2001), para que fosse observada a existência ou não de uma distribuição normal dos dados obtidos. Posteriormente, realizou-se o teste de Nemenyi (ZAR, 1996) ao nível de 5% de probabilidade, que é apropriado para dados que não apresentam distribuição normal.

Com os resultados de tempo de duração dos estágios ninfal e adulto e ciclo de vida, realizou-se uma análise de sobrevivência (procedimento Lifetest, SAS[®], 2001). O objetivo da análise de sobrevivência é caracterizar a distribuição de sobrevivência para uma dada população e comparar essa sobrevivência entre diferentes grupos. A análise de sobrevivência computa estimativas não-paramétricas da função de distribuição de sobrevivência. Utilizaram-se os estimadores de Kaplan-Meier da distribuição e realizou-se o teste de Savage (Log Rank) para a variável tempo de duração para comparações dos resultados entre espécies de plantas hospedeiras. Para a descrição dos resultados das funções de sobrevivência, considerou-se o tempo de duração mediano, ou seja, o tempo suficiente para que 50% dos indivíduos tenham completado o estágio de desenvolvimento em questão, pois como trata-se de uma análise não paramétrica, esse parâmetro de localização é mais adequado.

Para testar as frequências de mortalidade entre temperaturas, realizou-se o teste do qui-quadrado a uma significância de 5% de probabilidade para o cálculo do total de desvios entre o número de ocorrências observadas e esperadas, e examinou-se a sua probabilidade segundo um padrão de distribuição definido em função do número de graus de liberdade da tabela de contingência, considerando os valores para cada temperatura como

sendo o conjunto das duas espécies hospedeiras (procedimento Freq, SAS[®], 2001). Em seguida, os resíduos foram analisados (diferenças entre as frequências observadas e esperadas) numa forma padronizada, ou seja, expressos em unidades de desvio padrão. Os resíduos padronizados representam valores de relação biunívoca com probabilidades de ocorrência, v.g., valores maiores que 1,96 ou menores que -1,96 têm pequenas chances de ocorrência ($\pm 2,5\%$), e podem, sim, instruir pontos de corte para um nível de significância de excesso ou falta de ocorrências, respectivamente (PEREIRA, 1999, p. 94, 97).

As taxas de mortalidade entre as espécies hospedeiras foram testadas através da realização do teste de Pearson a uma significância de 5% de probabilidade.

3.3.2 Experimento 2: Determinação da flutuação populacional, frequência da estrutura etária e caracterização da estrutura espacial de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em plantios de *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* (Pinaceae)

A metodologia utilizada foi baseada na adotada por Kfir e Kirsten (1991), utilizando-se um terreno com área de 1 ha, em quatro áreas com perfis distintos.

Em cada área, com as árvores dispostas num espaçamento de 2,0 m x 3,0 m (1667 plantas/ha), foram escolhidas cinco linhas com 10 plantas em seqüência, distribuídas aleatoriamente na área delimitada de 1 ha, perfazendo-se um total de 50 árvores (Figuras 2 a 5).

3.3.2.1 Descrição das áreas

As áreas incluídas nesse experimento foram as seguintes:

- área A: área plantada com *P. taeda* com seis meses de idade na data de instalação do experimento (junho de 2001), árvores com altura média de 0,28 m (erro padrão= 0,01 m e coeficiente de variação= 28,73%) e localizada no município de Buri (SP). Coordenadas planas da área: carta topográfica SF 22 (Paranapanema) 7353591 WGR a 7353723 WGR e 742971 S a 743163 S. Altitude média de 668 m. No texto será mencionada como SB-Pt (Figura 2);

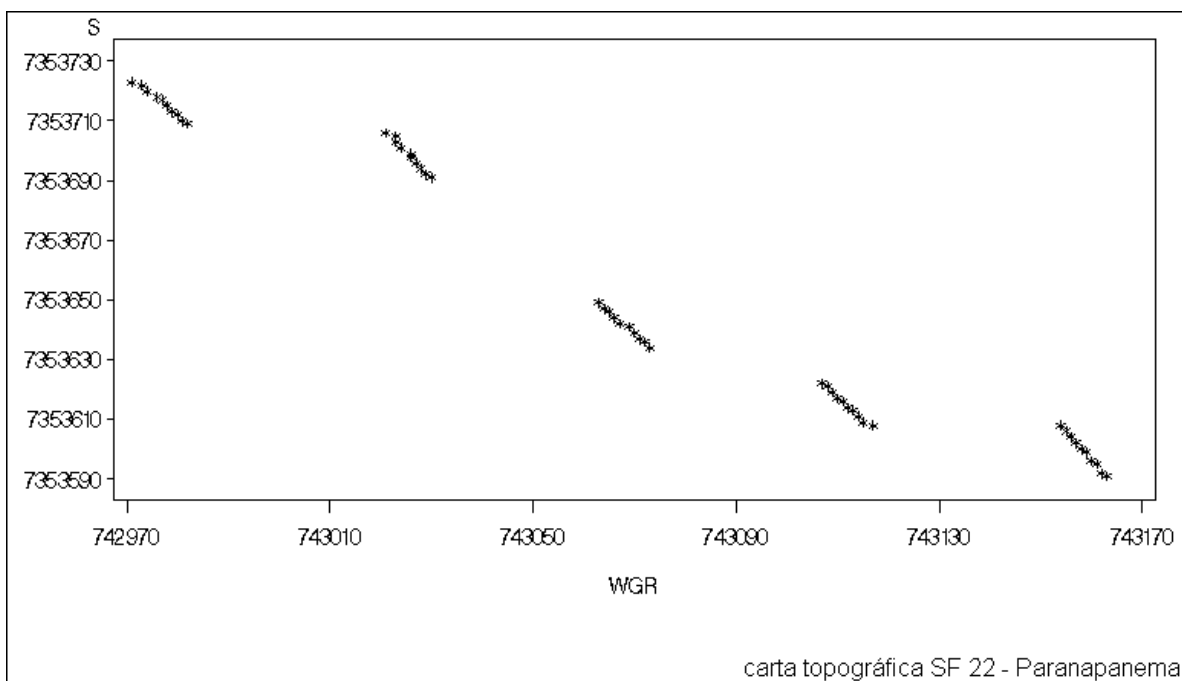


Figura 2: Localização das plantas de *Pinus taeda* amostradas na Fazenda Sul Brasil. Buri, SP. 2001-2002.

- área B: área plantada com *P. caribaea* var. *caribaea* com dois anos de idade na data de instalação do experimento (junho de 2001), árvores com altura média de 1,12 m (erro padrão= 0,06 m e coeficiente de variação= 40,17%) e localizada no município de Buri (SP). Coordenadas planas da área: carta topográfica SF 22 (Paranapanema) 7354309 WGR a 7354429 WGR e 745285 S a 745370 S. Altitude média de 668 m. No texto será mencionada como SB-Pcc (Figura 3);

- área C: área plantada com *P. taeda* com um ano de idade na data de instalação do experimento (junho de 2001), árvores com altura média de 1,14 m (erro padrão= 0,04 m e coeficiente de variação= 27,80%) e localizada no município de Nova Campina (SP). Coordenadas planas da área: carta topográfica SG 22 (Curitiba) 7323292 WGR a 7323417 WGR e 704663 S a 704733 S. Altitude média de 872 m. No texto será mencionada como BII-AI (Figura 4);

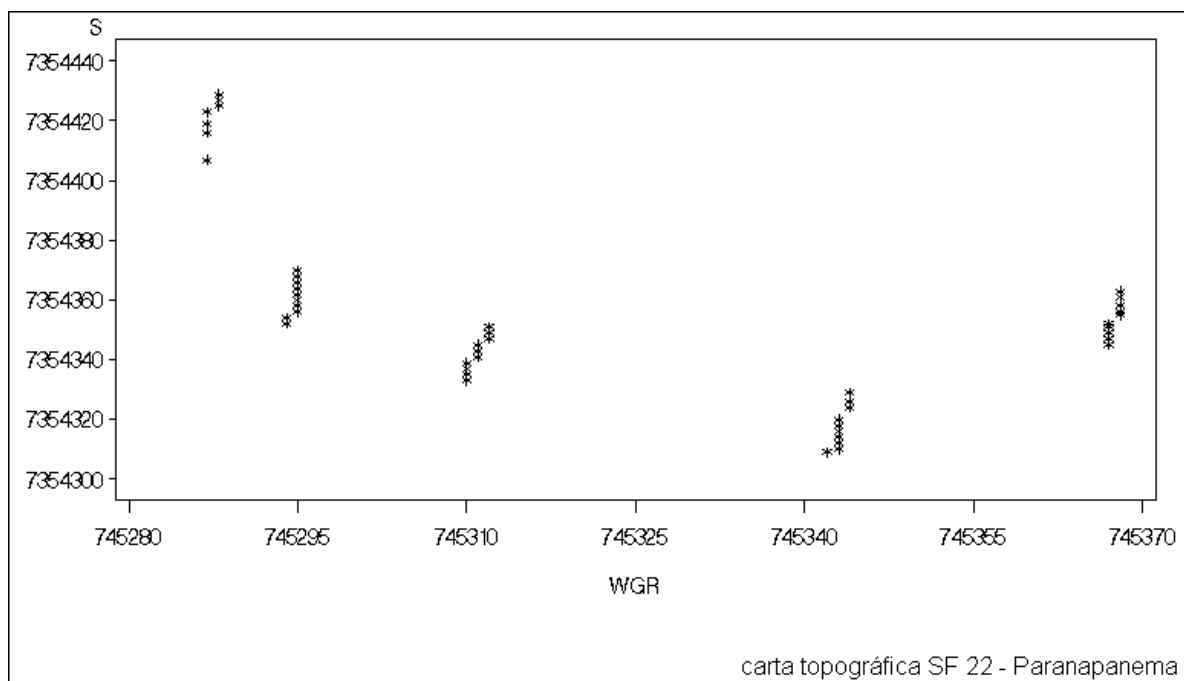


Figura 3: Localização das plantas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* amostradas na Fazenda Sul Brasil. Buri, SP. 2001-2002.

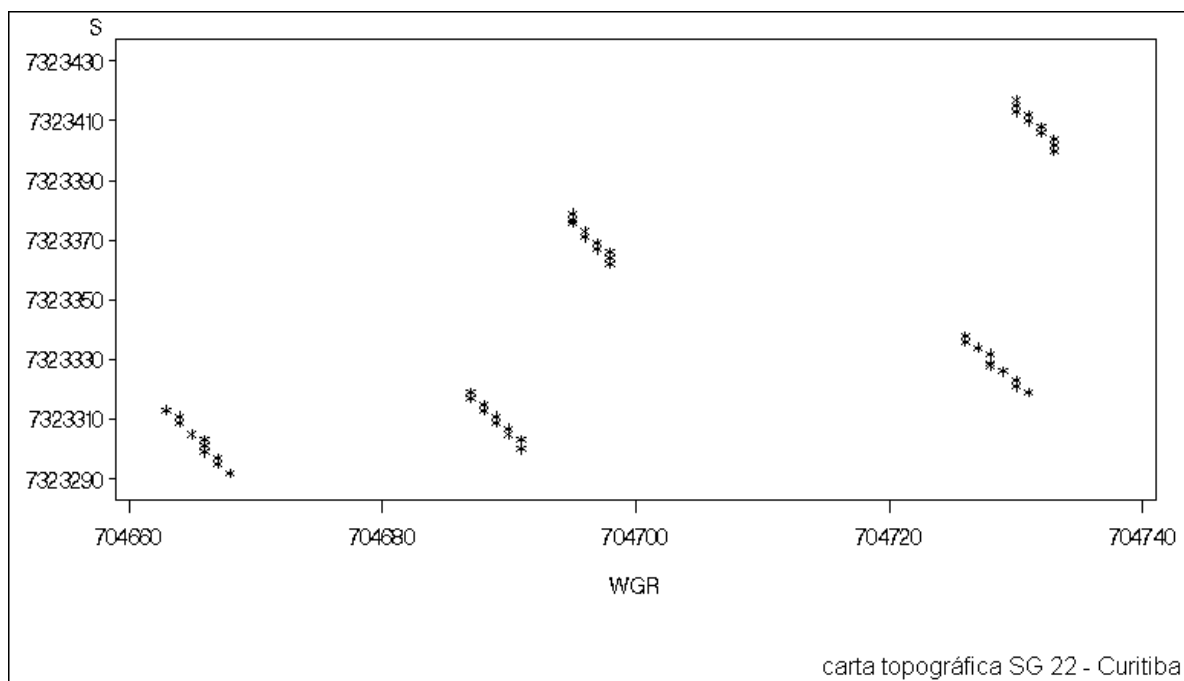


Figura 4: Localização das plantas de *Pinus taeda* amostradas na Fazenda Borda II – Área I. Nova Campina, SP. 2001-2002.

- área D: área plantada com *P. taeda* com um ano de idade na data de instalação do experimento (junho de 2001), árvores com altura média de 0,74 m (erro padrão= 0,03 m e coeficiente de variação= 32,40%) e localizada no município de Nova Campina (SP). Coordenadas planas da área: carta topográfica SG 22 (Curitiba) 7323500 WGR a 7323624 WGR e 704551 S a 704647 S. Altitude média de 811 m. No texto será mencionada como BII-AII (Figura 5).

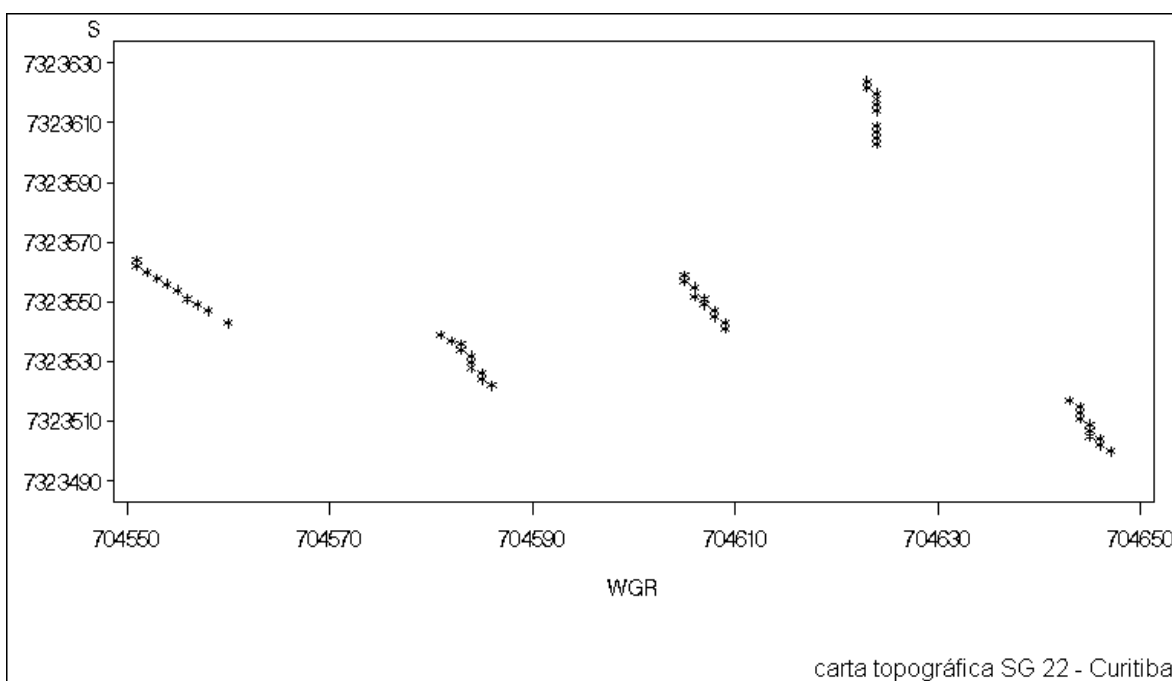


Figura 5: Localização das plantas de *Pinus taeda* amostradas na Fazenda Borda II – Área II. Nova Campina, SP. 2001-2002.

3.3.2.2 Condução do experimento

Realizaram-se 21 coletas nas áreas plantadas com *P. taeda* e 18 na área florestada com *P. caribaea* var. *caribaea*, com intervalos que variaram entre duas e quatro semanas (Tabela 1). O fato de se ter interrompido as avaliações na área plantada com *P. caribaea* var. *caribaea*, deveu-se ao fato de que algumas árvores apresentavam um porte que impossibilitava a execução de avaliações que gerassem resultados confiáveis para sua utilização em análises.

Tabela 1: Datas de avaliação de plantas de *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* para amostragem de populações de *Cinara atlantica* nos municípios de Buri e Nova Campina, SP. 2001-2002.

Avaliação	Estação ¹	Áreas			
		Faz. SB – Pt	Faz. SB - Pcc	Faz. BII - AI	Faz. BII - AII
01	inverno	22/jun/2001	22/jun/2001	22/jun/2001	22/jun/2001
02		11/jul/2001	11/jul/2001	12/jul/2001	12/jul/2001
03		25/jul/2001	25/jul/2001	25/jul/2001	25/jul/2001
04		10/ago/2001	10/ago/2001	11/ago/2001	11/ago/2001
05		24/ago/2001	24/ago/2001	25/ago/2001	25/ago/2001
06		13/set/2001	13/set/2001	13/set/2001	13/set/2001
07	primavera	28/set/2001	28/set/2001	29/set/2001	29/set/2001
08		11/out/2001	11/out/2001	11/out/2001	11/out/2001
09		08/nov/2001	08/nov/2001	08/nov/2001	09/nov/2001
10		07/dez/2001	07/dez/2001	07/dez/2001	07/dez/2001
11	verão	20/dez/2001	20/dez/2001	20/dez/2001	20/dez/2001
12		10/jan/2002	10/jan/2002	10/jan/2002	10/jan/2002
13		01/fev/2002	01/fev/2002	01/fev/2002	01/fev/2002
14		04/mar/2002	04/mar/2002	04/mar/2002	04/mar/2002
15	outono	07/abr/2002	07/abr/2002	08/abr/2002	08/abr/2002
16		26/abr/2002	26/abr/2002	03/mai/2002	03/mai/2002
17		28/mai/2002	27/mai/2002	27/mai/2002	27/mai/2002
18		28/jun/2002	28/jun/2002	28/jun/2002	28/jun/2002
19		18/jul/2002	---	18/jul/2002	18/jul/2002
20		07/ago/2002	---	07/ago/2002	07/ago/2002
21		22/ago/2002	---	22/ago/2002	22/ago/2002

¹ classificaram-se apenas as primeiras 18 datas de coleta em estações climáticas para os cálculos da caracterização da estrutura espacial das populações de pulgão

Em cada avaliação, contava-se o número de colônias nas 50 plantas marcadas e atribuía-se a cada uma destas uma nota em função da estimativa da quantidade de insetos presentes. A escala de notas adotada foi adaptada de Kfir e Kirsten (1991) (Tabela 2).

Tabela 2: Notas atribuídas às colônias de *Cinara atlantica* em função da estimativa da quantidade de insetos presentes e valor médio atribuído à nota (modificado de Kfir e Kirsten, 1991).

Nota	Nº de insetos/colônia	Valor médio atribuído à nota
0	0 ou 1	0
1	2 a 10	6
2	11 a 25	18
3	26 a 50	38
4	51 a 100	75
5	101 a 400	250
6	≥ 401	400

3.3.2.3 Variáveis biológicas

As seguintes variáveis foram avaliadas:

- número médio de insetos/planta, desconsiderando-se o estágio de desenvolvimento;
- número médio de colônias/planta;
- frequência (%) de plantas infestadas;
- distribuição da estrutura etária nas colônias.

A variável número médio de insetos/planta foi determinada através da soma dos valores obtidos da conversão das notas atribuídas a todas as colônias observadas nas árvores em valores médios de suas amplitudes e pela divisão do número de árvores existentes na área (Tabela 2). Optou-se por fazer a conversão para que a interpretação dos resultados fosse facilitada com a utilização de números naturais ao invés de notas, o que poderia prejudicar a interpretação e análise.

Para a determinação da distribuição da estrutura etária nas colônias, foram coletadas cinco colônias por área em cada avaliação, sendo uma por árvore em árvores que não estivessem sendo utilizadas para as avaliações de flutuação populacional, mas que estivessem dentro dos limites das áreas utilizadas. Durante a coleta das colônias, avaliavam-se 50 plantas por área, sendo escolhidas as cinco primeiras colônias encontradas, evitando-se

tendências na escolha, como por exemplo colônias mais densas. Evitou-se, também, escolher colônias que estivessem localizadas no ponteiro principal das plantas, para impedir que a mesma bifurcasse após o corte e, dessa maneira, sempre elegeu-se para coleta as brotações laterais. Após o corte da brotação lateral infestada, essas eram colocadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em congelador para posterior análise. Em laboratório, com o auxílio de uma lupa de mesa de 10 aumentos, procedeu-se à identificação dos ínstaes ninfais e adultos (fêmeas partenogénicas).

3.3.2.4 Caracterização da estrutura espacial

Os dados obtidos nas áreas e pontos amostrais para o estudo da flutuação populacional foram utilizados para a caracterização da estrutura espacial de *C. atlantica* (item 3.3.2.1 - Figuras 2 a 5). Quanto ao período de coleta de dados, foram utilizadas para a área florestada com *P. taeda* na Fazenda Sul Brasil e para as duas áreas localizadas na Fazenda Borda II as primeiras 18 avaliações realizadas, e para a área plantada com *P. caribaea* var. *caribaea* na Fazenda Sul Brasil, todas as 18 coletas realizadas (item 3.3.2.2 - Tabela 1). As coletas utilizadas foram separadas entre as quatro estações climáticas, sendo que para os cálculos da estação do inverno foram utilizadas seis datas, e para as demais estações foram utilizadas quatro datas cada. Optou-se por utilizar mais datas de avaliações para a estação do inverno, por ser considerada como a mais importante para estudos com esta espécie de afídeo.

Os pontos amostrados foram georreferenciados com a utilização de um aparelho GPS, utilizando-se as coordenadas planas do Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) para a identificação da localização dos pontos.

3.3.2.5 Análise estatística

3.3.2.5.1 Flutuação populacional

Realizaram-se análises exploratórias independentes para cada área (procedimento Univariate, SAS[®], 2001), pois considerou-se que comparações paramétricas ou não-paramétricas não seriam adequadas para esse tipo de experimento.

3.3.2.5.2 Distribuição da estrutura etária

Para descrever a distribuição da estrutura etária das colônias de *C. atlantica*, realizou-se o teste do qui-quadrado e analisaram-se os resíduos de forma padronizada, expressando-os em unidades de desvio padrão, em escassez e excesso de ocorrências (vide item 3.3.1.6).

3.3.2.5.3 Caracterização da estrutura espacial

A análise espacial é definida como sendo a que avalia quantitativamente a variação baseada na orientação espacial dentro de uma área definida ou volume. Essa análise requer que a integridade espacial das observações seja mantida. A geoestatística é um tipo de análise espacial que determina o grau de associação entre amostras baseadas na direção e distância entre elas.

A análise geoestatística foi realizada em duas etapas:

- análise estrutural: realizou-se a análise e ajuste de variogramas para a determinação da variabilidade espacial do tamanho de colônias (procedimentos Variogram, Gchart e Gplot, SAS[®], 2001). Isso foi efetuado através da observação do variograma experimental e do ajuste a um modelo teórico através do cálculo de seus parâmetros.

- determinação dos estimadores de krigeagem linear: realizou-se a inferência propriamente dita (procedimentos Krige2d e Gcontour, SAS[®], 2001). Como os estimadores de krigeagem são funções dos variogramas, o bom ajuste destes é importante na qualidade das estimativas produzidas. Portanto, estas duas etapas se complementam.

Inicialmente, a caracterização da estrutura espacial dos dados foi determinada através do ajuste de um modelo para um variograma de dados. Um variograma é um gráfico que mostra a relação entre a variância $\gamma(h)$ e a distância (Figura 6).

O variograma experimental é definido como:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum [z(x_i) - z(x_i + h)]^2, \text{ onde:}$$

$\gamma(h)$: é o valor do variograma estimado para a distância h ;

N : é o número de pares de árvores separadas pela distância h ;

$Z(x_i)$: é a nota atribuída à colônia presente na árvore com localização x_i ;

$Z(x_i + h)$: é a nota atribuída à colônia presente na árvore a h unidades de distância a partir de x_i .

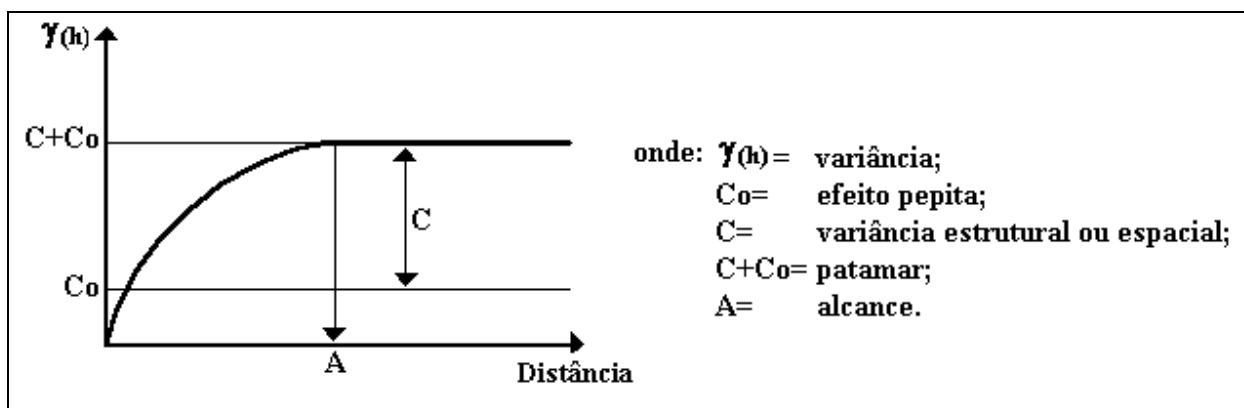


Figura 6: Esquema de um variograma experimental padrão discriminando-se suas partes componentes (adaptado de Zimback, 2003).

A uma certa distância, a diferença entre as notas deixa de aumentar e o variograma aplaina-se. Essa distância é referida como o alcance (A) do variograma e significa o ponto a partir do qual o valor das amostras torna-se independente. O valor de $\gamma(h)$ no alcance é chamado de patamar ou soleira (C+Co), valor onde toda a variância da amostra é de influência aleatória. O efeito pepita (Co) corresponde à cota do ponto onde o semivariograma corta o eixo das coordenadas e é a variabilidade atribuída a erros de medição ou ao fato de que os dados não foram coletados a intervalos suficientemente pequenos para mostrar o comportamento espacial subjacente da variável em estudo (LANDIM, 1998).

Na presença de forte dependência espacial, a diferença entre $z(x_i)$ e $z(x_i+h)$ será relativamente pequena quando a distância entre amostras (h) é também pequena e com o valor de h aumentando, a diferença entre $z(x_i)$ e $z(x_i+h)$ tende a aumentar. De maneira geral, as notas atribuídas às colônias em árvores próximas tendem a ser similares, e as notas atribuídas às colônias presentes em árvores distantes entre si tendem a ser mais dissimilares.

A escala de estudo das áreas, que permite que um número suficiente de pares de pontos de uma determinada distância seja utilizado para o cálculo da variância daquela distância, foi determinada como sendo a metade da maior distância existente entre dois pontos (LANDIM, 1998). Como as áreas apresentavam formato quadrangular de 100 m de lado, utilizou-se a fórmula de cálculo da hipotenusa de um triângulo-retângulo.

Calculou-se o grau de casualidade presente nos dados pela fórmula (GUERRA, 1988¹, citado por LANDIM, 1998):

$$E = \frac{C_o}{C + C_o}, \text{ onde:}$$

E: grau de casualidade;

Co: efeito pepita;

C+Co: patamar.

A seguir, o valor do grau de casualidade foi classificado (Tabela 3).

¹ GUERRA, P.A.G. **Geoestatística operacional**. Departamento Nacional de Produção Mineral, 1988.

Tabela 3: Classificação do grau de casualidade de variogramas calculados a partir de notas atribuídas às colônias de *Cínara atlantica* em diferentes estações climáticas em áreas plantadas com *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* nos municípios de Buri e Nova Campina, SP. 2001-2002.

Grau de casualidade	Status
< 0,15	componente aleatória pequena
$0,15 \leq E \leq 0,30$	componente aleatória significativa
> 0,30	componente aleatória muito significativa

Para as estimativas do tamanho de colônias nos locais não amostrados efetuou-se uma krigeagem ordinária bidimensional, que é uma técnica geoestatística que modela estimativas interpoladas através de médias ponderadas dos valores localizados próximos (LIEBHOLD; ROSSI; KEMP, 1993). O peso dado a uma observação individual é dependente de sua distância e direção a partir do ponto a ser estimado. As estimativas de krigeagem representam uma melhor estimativa porque os pesos são calculados para minimizarem a variância dos erros da estimativa (GRIBKO; LIEBHOLD; HOHN, 1995), e são dados pela fórmula:

$$z^* = \sum w_j \cdot z_j, \text{ onde:}$$

z^* : valor interpolado estimado;

$w_j = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_n]$: é o vetor de pesos correspondentes a serem usados nas médias dos valores;

$z_j = [z_1, z_2, z_3, \dots, z_n]$: é o vetor dos valores dos pontos amostrados próximos.

3.3.2.6 Variáveis meteorológicas

Com a finalidade de subsidiar o entendimento dos resultados encontrados, as variáveis meteorológicas mensais temperaturas máxima média e mínima

média e precipitação pluvial total foram obtidas de maneira distinta para os dois municípios. No município de Buri, instalou-se em área da Fazenda Sul Brasil, em um abrigo meteorológico dentro de especificações técnicas, um “datalogger” modelo Hobo[®] (fabricante Onset[®]) para a obtenção das variáveis temperatura. A precipitação pluvial foi obtida junto a dados fornecidos pela Empresa. No município de Nova Campina, os dados foram obtidos junto à estação meteorológica instalada no município de Itapeva e de propriedade da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Biologia de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Pinaceae) sob temperaturas constantes

4.1.1 Resultados

4.1.1.1 Análise das categorias hospedeiro e temperatura

Essa análise permite ajustar modelos loglineares com o intuito de explicar se os fatores (categorias) estudados respondem por inteiro a variação nas respostas verificadas no desenvolvimento de *C. atlantica*. Também permite determinar qual categoria exerce maior influência sobre as variáveis em estudo, fornecendo, por fator, níveis de significância para cada qual. Os resultados desse teste são interpretados como qual fator é, de fato, relevante para o tipo de estudo em questão, o que permite determinar fatores que devem ser melhor avaliados em estudos posteriores.

Os modelos ajustados para a variável duração do tempo de desenvolvimento para todos os ínstaes foram adequados segundo o teste de razão de verossimilhança, onde os valores de qui-quadrado foram todos não significativos a uma probabilidade de 5%, podendo-se confiar, portanto, nos resultados das análises dos modelos categorizados (Tabela 4). Nesse caso, pode-se considerar que os modelos foram ajustados

satisfatoriamente porque os resíduos obtidos entre as frequências observadas e esperadas não foram significativos através do teste do qui-quadrado ao nível de probabilidade testado. Dessa maneira, como os resíduos não foram significativos, entende-se que as frequências observadas e esperadas apresentam valores próximos, o que significa que não há nenhum outro fator que tenha influenciado nos resultados obtidos.

Tabela 4: Teste da razão de verossimilhança para ajuste de modelos categorizados do tempo de duração dos ínstarés ninfais de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Ínstar	Razão de Verossimilhança	
	χ^2	Pr > χ^2
1 ^o	1,05	0,7892 ^{ns}
2 ^o	0,56	0,9048 ^{ns}
3 ^o	1,67	0,6438 ^{ns}
4 ^o	2,68	0,4429 ^{ns}

Considerando-se a análise de fatores no tempo de desenvolvimento dos insetos em cada ínstar, verificou-se que para os três primeiros ínstarés, a categoria espécie de planta não foi significativa, mas para a categoria temperatura os valores de qui-quadrado observados foram significativos (Tabela 5). Apenas no último ínstar de desenvolvimento ninfal, a categoria espécie mostrou-se significativa ao desenvolvimento desse inseto, e a categoria temperatura mostrou-se, novamente, também importante ao seu desenvolvimento.

Nos resultados dos estágios completos de desenvolvimento e mais o ciclo de vida de *C. atlantica*, observou-se que os modelos ajustados não foram plenamente satisfatórios, pois encontraram-se valores significativos através do teste da razão de verossimilhança (Tabela 6).

Tabela 5: Teste do qui-quadrado para ajuste de modelos categorizados do tempo de duração dos ínstaras ninfais de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Ínstar	Categoria	χ^2	Pr > χ^2
1º	Espécie	2,77	0,0959 ^{ns}
	Temperatura	31,90	<0,0001*
2º	Espécie	0,55	0,4596 ^{ns}
	Temperatura	10,06	0,0181*
3º	Espécie	1,54	0,2144 ^{ns}
	Temperatura	13,06	0,0045*
4º	Espécie	7,28	0,0070*
	Temperatura	32,49	<0,0001*

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 6: Teste da razão de verossimilhança para ajuste de modelos categorizados do tempo de duração dos estágios ninfal e adulto e ciclo de vida de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Estágio	Razão de Verossimilhança	
	χ^2	Pr > χ^2
Ninfa	9,07	0,0283*
Adulto	35,21	0,0001*
Ciclo de vida	19,09	0,0003*

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

Quando foram analisados os resultados dos estágios completos e do ciclo de vida, verificou-se que para todas os estágios de desenvolvimento desse inseto os dois fatores estudados influenciaram significativamente a duração do estágio, pois os valores dos resíduos entre as freqüências observadas e esperadas foram significativos (Tabela 7).

Tabela 7: Teste do qui-quadrado para ajuste de modelos categorizados do tempo de duração dos estágios ninfal e adulto e ciclo de vida de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Estágio	Categoria	χ^2	Pr > χ^2
Ninfal	Espécie	26,24	<0,0001*
	Temperatura	90,44	<0,0001*
Adulto	Espécie	30,37	<0,0001*
	Temperatura	235,25	<0,0001*
Ciclo de vida	Espécie	18,54	<0,0001*
	Temperatura	137,48	<0,0001*

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

4.1.1.2 Estágio ninfal

O estágio ninfal de *C. atlantica* foi completado em quatro ínstaes em todas as condições de hospedeiros e temperatura (Tabela 8).

As tendências observadas foram bastante parecidas para os 4 ínstaes nas diversas combinações de espécie de pinheiro e temperatura (Tabela 8).

Em todos os ínstaes, nas temperaturas mais altas submetidas o tempo de duração foi significativamente mais curto, independentemente da espécie de pinheiro hospedeira.

Os insetos que foram criados sobre *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentaram, quase sempre, períodos de duração em todos os quatro ínstaes sob as temperaturas de 22° C, 26° C e 30° C significativamente menores que na temperatura mais baixa (18° C). Exceções feitas no 2º ínstar sob a temperatura de 22° C e sob 26° C nos 3º e 4º ínstaes. Com relação aos insetos mantidos em *P. taeda*, esse padrão foi alterado, onde os insetos que estiveram sob as temperaturas de 18° C e 22° C apresentaram tempos de duração distintos apenas no último ínstar. Os indivíduos mantidos a 30° C tiveram tempo de duração menor que os mantidos a 18° C somente nos 1º e 4º ínstaes.

Tabela 8: Duração média (dias) do estágio ninfal de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* (Pt) e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Pch) sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Esp	Temp	Duração (dias) ¹ (Erro Padrão)			
		1 ^o ínstar	2 ^o ínstar	3 ^o ínstar	4 ^o ínstar
Pt	18° C	4,68 (0,28) c	3,55 (0,32) b c	4,04 (0,27) c	5,26 (0,42) d
	22° C	3,56 (0,19) b c	3,27 (0,31) a b c	3,57 (0,50) b c	3,89 (0,49) a b c
	26° C	2,78 (0,19) a b	2,57 (0,13) a b	3,10 (0,18) a b c	3,75 (0,30) a b c d
	30° C	2,47 (0,16) a	2,71 (0,18) a b c	2,67 (0,27) a b c	2,70 (0,17) a
Pch	18° C	4,03 (0,23) c	3,52 (0,22) c	3,90 (0,20) c	4,56 (0,27) c d
	22° C	2,59 (0,13) a	2,80 (0,24) a b c	2,67 (0,26) a b	2,43 (0,20) a b
	26° C	2,50 (0,13) a	2,42 (0,16) a	3,06 (0,25) a b c	2,89 (0,20) a b c
	30° C	2,24 (0,09) a	2,44 (0,10) a	2,41 (0,17) a	2,50 (0,22) a b
CV (%)		40,77	37,53	41,51	42,97

¹ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste não-paramétrico de Nemenyi a 5% de probabilidade

O tempo de duração do estágio ninfal nos dois hospedeiros foi mais longo sob a temperatura de 18° C quando comparado à temperatura de 30° C (Tabela 9). Também para os dois hospedeiros, os insetos que estiveram sob as temperaturas de 22° C e 26° C apresentaram tempos de duração semelhantes aos mantidos sob 30° C.

Tabela 9: Duração média (dias) do estágio ninfal de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Espécie	Temperatura	Duração (dias) ¹ (Erro Padrão)
<i>P. taeda</i>	18° C	17,99 (0,84) a
	22° C	15,47 (1,26) a b
	26° C	12,71 (0,57) a b
	30° C	10,37 (0,56) b c
<i>P. c. hondurensis</i>	18° C	15,56 (0,45) a
	22° C	9,77 (0,40) b c
	26° C	10,62 (0,35) b c
	30° C	9,00 (0,25) c
CV (%)		31,26

¹ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste não-paramétrico de Nemenyi a 5% de probabilidade

Utilizando-se os valores de tempo de duração do estágio ninfal apresentados na Tabela 9, pôde-se constatar através dos resultados encontrados por intermédio do teste de Savage, que os insetos mantidos em *P. taeda* apresentaram em todas as temperaturas estudadas períodos significativamente maiores que os criados em *P. caribaea* var. *hondurensis* (Tabela 10).

Tabela 10: Teste de Savage para determinação de diferenças de tempo de duração do estágio ninfal de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Temperatura	χ^2	Pr > χ^2
18° C	6,1243	0,0133*
22° C	9,5035	0,0021*
26° C	7,9222	0,0049*
30° C	5,0094	0,0252*

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

A função da taxa de sobrevivência para as ninfas criadas em *P. caribaea* var. *hondurensis* a 30° C foi a mais abreviada, sendo que aos 9 dias 50% dos indivíduos já haviam completado o estágio ninfal e aos 11 dias todos os indivíduos haviam completado esse estágio de desenvolvimento (Figura 7).

Em período de tempo bastante próximo, aos 12 dias, as ninfas também mantidas em *P. caribaea* var. *hondurensis* sob as temperaturas de 22° C e 26° C completaram o estágio ninfal.

O grupo mantido em *P. taeda* que completou o estágio ninfal em menor período foi o que esteve sob a temperatura de 30° C, que necessitou de 14 dias para isso.

Os grupos que demandaram mais tempo para completar o estágio ninfal foram os mantidos a 18° C em ambos os hospedeiros e o mantido a 22° C em *P. taeda*.

Considerando-se novamente o tempo mediano, outros grupos que o atingiram rapidamente foram os mantidos a 22° C e 26° C em *P. caribaea* var. *hondurensis* e à temperatura de 30° C em *P. taeda*.

As ninfas que foram criadas em *P. taeda* à temperatura de 22° C apresentaram um tempo de duração mediano não muito destoante dos demais grupos, mas todos os indivíduos completaram esse estágio em apenas 28 dias após seu início.

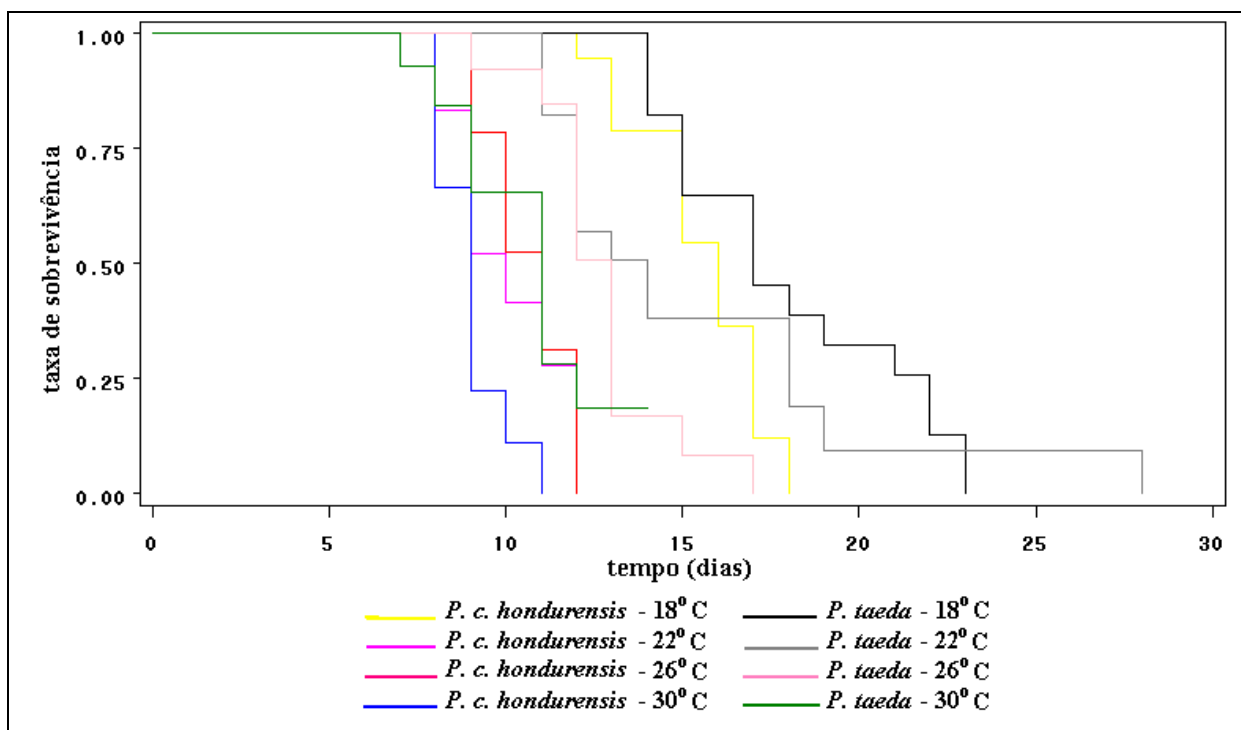


Figura 7: Função de sobrevivência do estágio ninfal de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

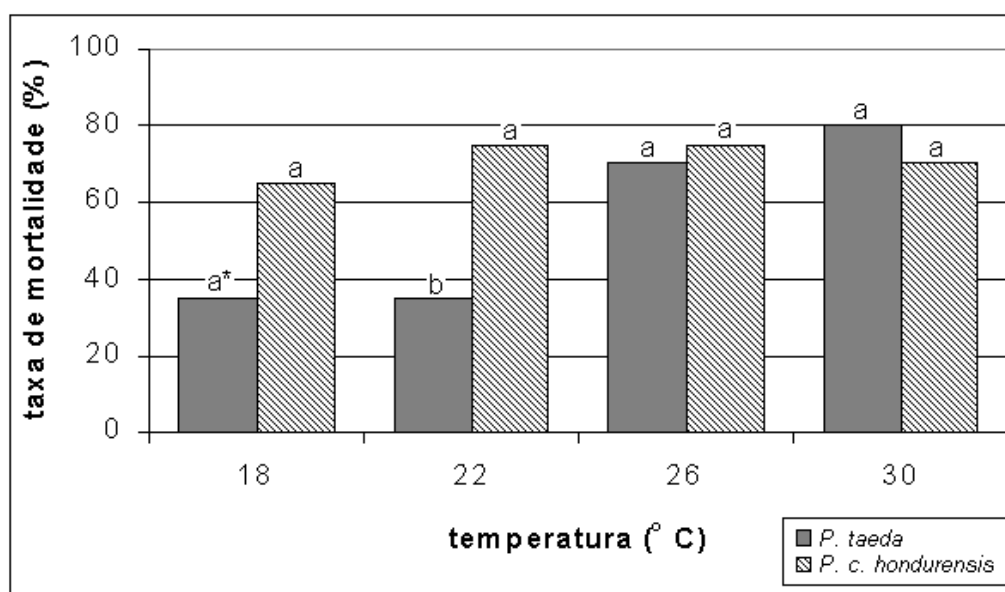
As freqüências observadas de morte das ninfas mantidas às temperaturas constantes de 18° C e 22° C apresentaram-se escassas e, naturalmente, as freqüências de ninfas que completaram a fase ninfal para essas mesmas duas temperaturas foram significativamente excessivas (Tabela 11). Sob a temperatura de 30° C houve uma escassez de freqüência de sobrevivência e um excesso na freqüência de mortes.

Quando se compararam as taxas de mortalidade entre espécies, observou-se que a 22° C a taxa de mortalidade foi significativamente maior em *P. caribaea* var. *hondurensis* (Figura 8).

Tabela 11: Probabilidades de freqüência observadas para mortalidade e sobrevivência de ninfas de *Cinara atlantica* mantidas em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Temperatura	Condição	Valor de Z	Probabilidade	Status
18° C	Mortalidade	-2,7864	0,0053	escassez*
	Sobrevivência	2,7864	0,0053	excesso*
22° C	Mortalidade	-3,7005	0,0002	escassez*
	Sobrevivência	3,7046	0,0002	excesso*
26° C	Mortalidade	1,7172	0,0860	excesso ^{ns}
	Sobrevivência	-1,7172	0,0859	escassez ^{ns}
30° C	Mortalidade	4,2139	<0,0001	excesso*
	Sobrevivência	-4,2139	<0,0001	escassez*

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade



* colunas para a mesma temperatura seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Pearson a 5% de probabilidade

Figura 8: Taxa de mortalidade (%) do estágio ninfal de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

4.1.1.3 Estágio adulto

4.1.1.3.1 Duração e viabilidade

A duração média do estágio adulto a fase adulta de *C. atlantica*, nas condições em quem foi conduzido esse trabalho, não apresentou diferença significativa, independentemente do hospedeiro e da temperatura constante submetida (Tabela 12).

Apesar de que os períodos mais longos na longevidade desse inseto tenham ocorrido sob a temperatura constante de 22° C nos dois hospedeiros, o que poderia ser uma grande vantagem biológica devido esse ser o estágio responsável pela reprodução, isso não pode ser considerado, pois não houve diferenças significativas devido à grande inconsistência dos resultados.

Tabela 12: Longevidade média (dias) do estágio adulto de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: 70 ± 10%, fotofase: 12 h.

Espécie	Temperatura	Longevidade (dias) ¹ (Erro Padrão)	Escore Médio ²
<i>P. taeda</i>	18° C	18,67 (2,48) a	33,63
	22° C	25,45 (4,00) a	42,41
	26° C	9,86 (1,90) a	16,64
	30° C	16,75 (1,55) a	34,12
<i>P. c. hondurensis</i>	18° C	12,57 (4,15) a	20,71
	22° C	22,50 (2,18) a	43,25
	26° C	11,80 (2,74) a	21,80
	30° C	10,00 (0,93) a	19,83
	CV (%)	60,72	

¹ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste não-paramétrico de Nemenyi a 5% de probabilidade

² escore médio do ranqueamento utilizado para o teste de comparação de médias

Observou-se diferença significativa entre os tempos de duração do estágio adulto apenas para os insetos mantidos sob a temperatura de 30° C, sendo que os indivíduos criados em *P. taeda*, como pôde ser observado nos valores de longevidade

indicados na Tabela 12, apresentaram uma longevidade maior que os mantidos em *P. caribaea* var. *hondurensis* (Tabela 13).

Tabela 13: Teste de Savage para determinação de diferenças da longevidade do estágio adulto de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Temperatura	χ^2	Pr > χ^2
18° C	0,8014	0,3707 ^{ns}
22° C	0,6347	0,4256 ^{ns}
26° C	0,4556	0,4997 ^{ns}
30° C	7,1164	0,0076*

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

A longevidade de *C. atlantica* foi mais curta quando o hospedeiro foi *P. caribaea* var. *hondurensis* e sob a temperatura constante de 30° C (Figura 9). O tempo de vida mediano para esse grupo foi de 9 dias, mas que não foi o mais abreviado.

O tempo de vida mediano mais reduzido foi observado para os adultos que estiveram sob a temperatura de 26° C em *P. taeda*, o qual foi de 7 dias. Os tempos de vida medianos mais longos foram observados para os insetos que estiveram sob a temperatura de 22° C nos dois hospedeiros.

Quando se considerou o maior período de longevidade, encontrou-se um período de 53 dias para os adultos que foram mantidos em *P. taeda* a 22° C. Ainda a esse respeito, observou-se uma divisão das taxas de sobrevivência em dois grupos, sendo um constituído pelas retas das temperaturas 18° C e 22° C e um outro composto pelas temperaturas de 26° C e 30° C.

As freqüências observadas de mortalidade e sobrevivência de adultos de *C. atlantica* foram significativas apenas na temperatura de 18° C, onde houve uma escassez na freqüência de mortes e um excesso na freqüência de insetos sobreviventes (Tabela 14).

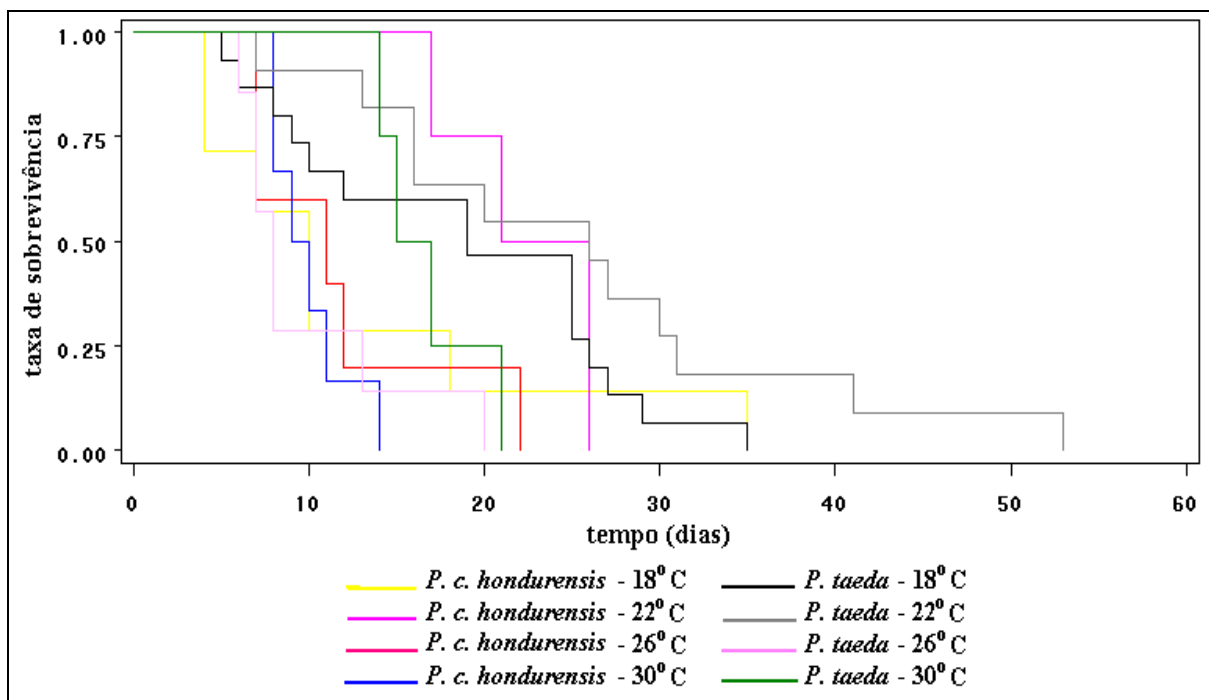


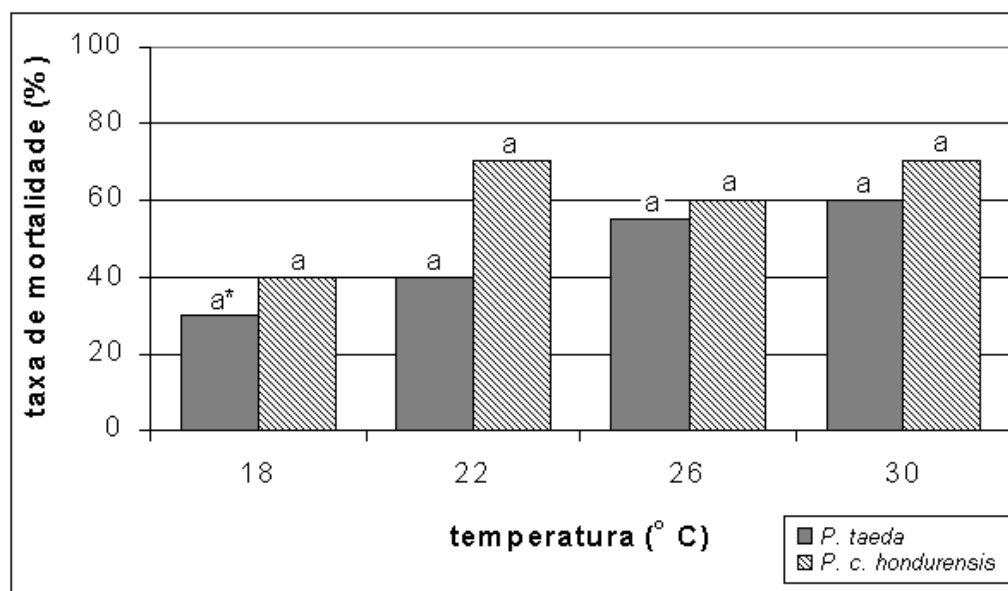
Figura 9: Função de sobrevivência do estágio adulto de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Tabela 14: Probabilidades de freqüências observadas de mortalidade e sobrevivência de adultos de *Cinara atlantica* mantidos em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Temperatura	Condição	Valor de Z	Probabilidade	Status
18° C	Mortalidade	-2,5097	0,0121	escassez*
	Sobrevivência	2,5097	0,0121	excesso*
22° C	Mortalidade	-0,5792	0,5625	escassez ^{ns}
	Sobrevivência	0,5792	0,5625	excesso ^{ns}
26° C	Mortalidade	1,3514	0,1766	excesso ^{ns}
	Sobrevivência	-1,3514	0,1766	escassez ^{ns}
30° C	Mortalidade	1,7375	0,0823	excesso ^{ns}
	Sobrevivência	-1,7375	0,0823	escassez ^{ns}

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

Nesse estágio de desenvolvimento, não foram observadas diferenças na taxa de mortalidade dos adultos entre os dois hospedeiros, apesar das maiores taxas de mortalidade sempre terem sido encontradas quando o hospedeiro foi *P. caribaea* var. *hondurensis* (Figura 10).



* colunas para a mesma temperatura seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Pearson a 5% de probabilidade

Figura 10: Taxa de mortalidade (%) do estágio adulto de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

4.1.1.3.2 Capacidade reprodutiva

As fêmeas mantidas sob a temperatura de 30° C em ambos hospedeiros originaram uma descendência significativamente menor que as criadas em *P. caribaea* var. *hondurensis* a 22° C (Tabela 15).

4.1.1.3.3 Taxa reprodutiva

Quando mantida em *P. caribaea* var. *hondurensis* a 22° C, *C. atlantica* apresentou uma taxa de ninfiposição diária superior às fêmeas estabelecidas em *P. taeda* sob as temperaturas de 18° C e 30° C (Tabela 16). As demais se apresentaram numa condição intermediária.

Tabela 15: Capacidade reprodutiva média de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: 70 ± 10%, fotofase: 12 h.

Espécie	Temperatura	Capacidade Reprodutiva ¹ (Erro Padrão)
<i>P. taeda</i>	18° C	10,33 (2,08) a b
	22° C	10,92 (1,74) a b
	26° C	7,92 (1,98) a b
	30° C	5,75 (2,14) b
<i>P. c. hondurensis</i>	18° C	10,57 (4,68) a b
	22° C	22,78 (3,31) a
	26° C	14,14 (4,11) a b
	30° C	5,43 (1,85) b
	CV (%)	85,37

¹ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste não-paramétrico de Nemenyi a 5% de probabilidade

4.1.1.3.4 Período reprodutivo

A duração do período reprodutivo das fêmeas de *C. atlantica* não apresentou diferença entre as condições estudadas (Tabela 17).

Tabela 16: Taxa reprodutiva média de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Espécie	Temperatura	Taxa Reprodutiva ¹ (Erro Padrão)
<i>P. taeda</i>	18° C	1,60 (0,09) b
	22° C	1,81 (0,10) a b
	26° C	1,93 (0,28) a b
	30° C	1,20 (0,11) b
<i>P. c. hondurensis</i>	18° C	1,97 (0,21) a b
	22° C	2,33 (0,11) a
	26° C	1,83 (0,24) a b
	30° C	1,94 (0,28) a b
	CV (%)	33,50

¹ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste não-paramétrico de Nemenyi a 5% de probabilidade

Tabela 17: Duração média do período reprodutivo (dias) de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Espécie	Temperatura	Duração (dias) ¹ (Erro Padrão)
<i>P. taeda</i>	18° C	8,83 (1,84) a
	22° C	8,04 (1,42) a
	26° C	4,33 (1,41) a
	30° C	7,25 (2,59) a
<i>P. c. hondurensis</i>	18° C	9,43 (4,19) a
	22° C	13,33 (2,58) a
	26° C	9,14 (1,92) a
	30° C	3,43 (1,06) a
	CV (%)	85,37

¹ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste não-paramétrico de Nemenyi a 5% de probabilidade

4.1.1.4 Ciclo de vida

Com exceção dos insetos criados em *P. caribaea* var. *hondurensis* sob a temperatura de 30° C, que apresentaram os menores valores de tempo de duração do ciclo de vida que os insetos mantidos sob a temperatura de 18° C em *P. taeda* e a 22° C nos dois

hospedeiros, em todas as demais condições de hospedeiros e temperaturas, os afídeos completaram o ciclo de vida em períodos de duração semelhantes (Tabela 18).

Tabela 18: Duração média (dias) do ciclo de vida de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Espécie	Temperatura	Duração (dias)¹ (Erro Padrão)
<i>P. taeda</i>	18° C	35,21 (2,85) a
	22° C	33,91 (2,93) a
	26° C	22,10 (1,48) a b
	30° C	27,00 (0,71) a b
<i>P. c. hondurensis</i>	18° C	29,33 (3,84) a b
	22° C	32,00 (1,87) a
	26° C	22,67 (2,29) a b
	30° C	19,00 (0,58) b
	CV (%)	34,55

¹ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste não-paramétrico de Nemenyi a 5% de probabilidade

Assim como fora observado para o estágio adulto, apenas sob a temperatura de 30° C o tempo de duração do ciclo de vida dos insetos criados em *P. taeda* foi maior significativamente que o dos insetos sustentados em *P. caribaea* var. *hondurensis*, o que também pôde ser observado com o auxílio da Tabela 18 (Tabela 19).

Tabela 19: Teste de Savage para determinação de diferenças de tempo de duração do ciclo de vida de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Temperatura	χ^2	Pr > χ^2
18° C	0,9735	0,3238 ^{ns}
22° C	0,4232	0,5153 ^{ns}
26° C	0,3976	0,5283 ^{ns}
30° C	8,9414	0,0028*

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

Os insetos criados em *P. caribaea* var. *hondurensis* a 30° C apresentaram o menor período mediano de vida (19 dias), e 22 dias foi o tempo máximo requerido para completar o ciclo (Figura 11). O tempo mediano requerido por esse grupo foi bastante semelhante aos insetos mantidos nos dois hospedeiros a 26° C e aos criados em *P. caribaea* var. *hondurensis* a 18° C. Mas o tempo máximo para que os insetos criados sob 26° C nos dois hospedeiros completassem o ciclo total foi de cerca de 30 dias, e os mantidos a 18° C em *P. caribaea* var. *hondurensis* foi de 50 dias.

Os grupos que apresentaram maior período mediano e total foram os mantidos em *P. caribaea* var. *hondurensis* a 22° C e em *P. taeda* a 18° C e 22° C, sendo esses dois últimos grupos com tempos superiores a 50 dias.

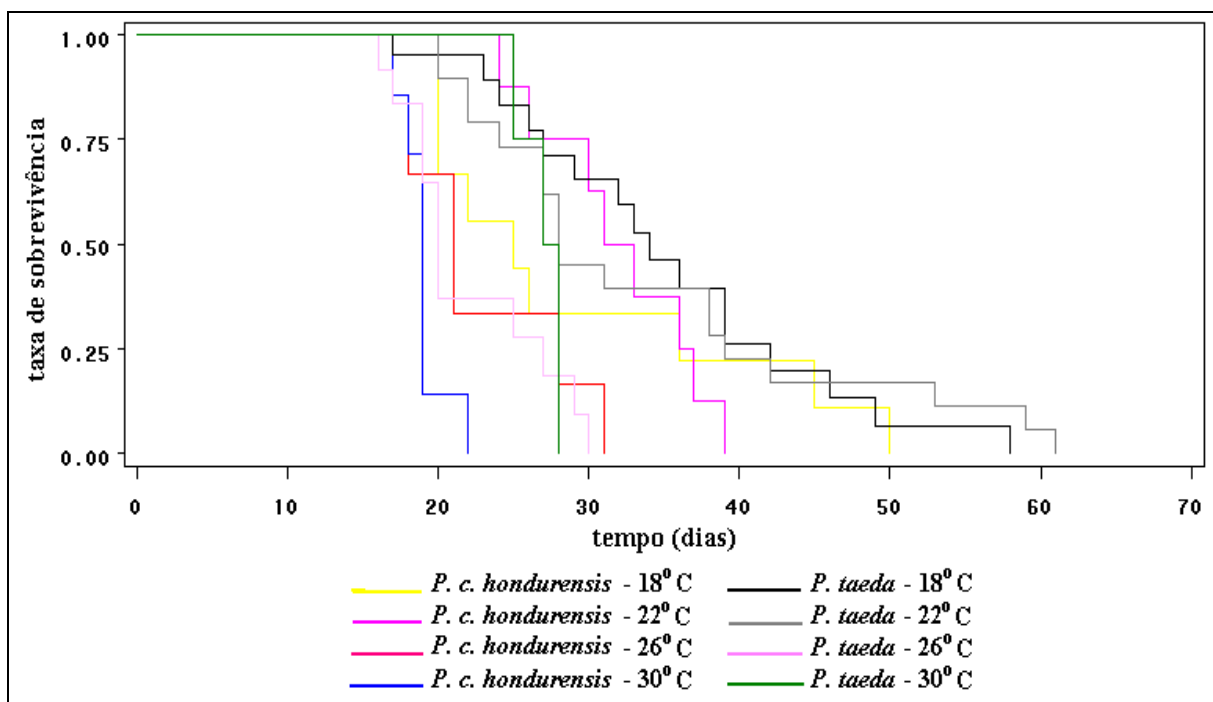


Figura 11: Função de sobrevivência do ciclo de vida de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

As freqüências de mortalidade encontradas para o ciclo de vida de *C. atlantica* foram significativamente superiores sob a temperatura de 30° C, e menores sob as temperaturas de 18° C e 22° C (Tabela 20).

Tabela 20: Probabilidades de freqüências observadas de mortalidade e sobrevivência do ciclo de vida de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: 70 ± 10%, fotofase: 12 h.

Temperatura	Condição	Valor de Z	Probabilidade	Status
18° C	Mortalidade	-2,5614	0,0138	escassez*
	Sobrevivência	2,5614	0,0138	excesso*
22° C	Mortalidade	-2,1512	0,0314	escassez*
	Sobrevivência	2,1512	0,0314	excesso*
26° C	Mortalidade	0,6543	0,5129	excesso ^{ns}
	Sobrevivência	-0,6543	0,5129	escassez ^{ns}
30° C	Mortalidade	3,6346	0,0003	excesso*
	Sobrevivência	-3,6346	0,0003	escassez*

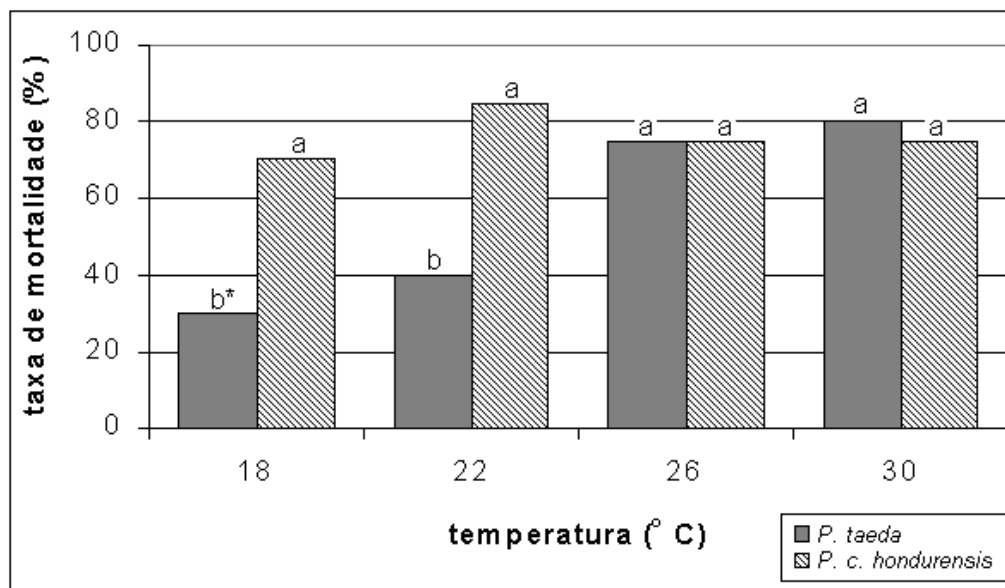
* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

A taxa de mortalidade no ciclo de vida foi significativamente maior em *P. caribaea* var. *hondurensis* quando os insetos estiveram submetidos às temperaturas constantes de 18° C e 22° C (Figura 12).

4.1.2 Discussão

Esses resultados mostraram que a espécie do *Pinus* não foi preponderante para influenciar o tempo de duração dos três primeiros ínstares de *C. atlantica*, sendo que apenas no 4^o ínstar a espécie proporcionou alteração no tempo de duração. Isso indica que a categoria temperatura mostra-se de maior relevância ao desenvolvimento de *C. atlantica*, e que o fato desse afídeo selecionar como hospedeiro *P. taeda* ou *P. caribaea* var. *hondurensis* não altera significativamente o tempo de duração nos três primeiros ínstares. O que pode ter proporcionado a diferença significativa para o 4^o ínstar pode ser o fato de ter sido nessa fase do desenvolvimento ninfal que *C. atlantica* apresentou as maiores taxas de

mortalidade, fazendo com que, nas poucas repetições que restaram, existissem valores díspares entre elas.



* colunas para a mesma temperatura seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Pearson a 5% de probabilidade

Figura 12: Taxa de mortalidade (%) do ciclo de vida de *Cinara atlantica* mantida em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sob temperaturas constantes. UR: $70 \pm 10\%$, fotofase: 12 h.

Quando se considerou o estágio ninfal, notou-se que o modelo ajustado não foi satisfatório, havendo valor significativo para o teste de razão de verossimilhança. Isso denota que outros fatores que agem sobre o desenvolvimento de *C. atlantica* foram desconsiderados, não havendo uma plena realização do modelo ajustado. Apesar disso, não se caracteriza que os resultados encontrados não são válidos, mas que outro ou outros fatores não foram considerados na realização desse trabalho. Por fim, que esses fatores desconsiderados seriam mais importantes para o 4º ínstar, pois segundo Drees (1993), a taxa de reprodução de afídeos é dependente principalmente da qualidade do alimento, espécie de planta hospedeira e temperatura. Stadler (1998) estudou além de temperaturas variáveis e constantes sobre o desenvolvimento de *C. pruinosa* (Hartig) alimentada em *Picea abies* (Pinaceae), o suprimento

nutricional para as plantas hospedeiras e alterações na qualidade da planta hospedeira, e concluiu que, sob os três fatores estudados para o desenvolvimento de *C. pruinosa*, diferenças na aptidão foram mais pronunciadas sob regimes de temperaturas constantes de uma casa de vegetação a que as outras duas variáveis.

No estágio adulto e no ciclo de vida, os modelos ajustados também não foram adequados. Assim como para o estágio ninfal, outros fatores, além de temperatura e espécie de planta hospedeira, agiram sobre o tempo de duração, mas que também não foram considerados. A razão para isso foi a variação encontrada nos resultados dos insetos mantidos a 30° C, onde somente sob essa temperatura foram observados valores de qui-quadrados significativos. A variação encontrada para a temperatura de 30° C pode ser atribuída aos fatores desconsiderados, além da grande mortalidade sob essa condição.

Roveri (2003), em um estudo anatômico dos tecidos do ápice caulinar em plantas de *P. taeda* e *P. caribaea* var. *hondurensis* não infestadas e infestadas com *C. atlantica*, concluiu que *P. caribaea* var. *hondurensis* apresenta mais canais resiníferos, além de maior espessura e porcentagem de córtex que a primeira, conferindo a essa um maior grau de resistência. Essa característica faz com que o inseto, ao introduzir seu estilete na planta, encontre com uma maior probabilidade um canal resinífero que um vaso condutor do floema, além de que seus vasos condutores são mais protegidos devido à espessura maior do córtex. Como apenas o último ínstar foi afetado significativamente pela espécie de hospedeiro, e que os insetos mantidos em *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentaram um tempo de duração menor sob todas as temperaturas que *P. taeda* no estágio ninfal, pode-se sugerir que os insetos que conseguiram transpor as barreiras anatômicas e fisiológicas dessa espécie apresentam um potencial de desenvolvimento melhor.

4.1.2.1 Estágio ninfal

O fato de se ter observado a ocorrência de quatro ínstaes na fase imatura de *C. atlantica* foi coincidente com os encontrados por Ottati (1999) e Zaleski (2003), que observaram esse número de ínstaes para *C. atlantica* criados em condições de laboratório. Já Kairo e Murphy (1999) observaram três ínstaes ninfais para *C. cupressi*. *C. pinea* também completa sua fase imatura em quatro ínstaes (Kidd, 1991b). McClure (1989) determinou que

os adelgídeos *Pineus boernerii* e *P. coloradensis* (Hemiptera: Adelgidae) apresentam seis fases de desenvolvimento, sendo quatro ínstars no estágio ninfal.

Zaleski (2003) verificou, para *C. atlantica*, e Wang e Tsai (2000), para *Aphis spiraecola* (Hemiptera: Aphididae), que o 4º ínstar foi relativamente mais longo que os três ínstars anteriores, assim como neste trabalho. Mas, Kairo e Murphy (1999) observaram, para *C. cupressi*, que o 1º ínstar foi o que mais tempo levou para ser completado. Para Ottati (1999), o 2º ínstar foi ligeiramente mais longo, mas apenas 0,3 dia a mais que o último ínstar. Wang e Tsai (2000) explicaram que o fato do 4º ínstar ser mais longo que os anteriores pode ser causado pelas maiores trocas fisiológicas que ocorrem durante o desenvolvimento desse ínstar para a fase adulta.

A tendência esperada de que sob temperaturas mais altas o desenvolvimento ninfal fosse acelerado foi verificado neste trabalho, assim como o foi para outros trabalhos realizados com a mesma espécie (ZALESKI, 2003) e para *C. cupressi* (KAIRO; MURPHY, 1999). Zaleski (2003) observou para os quatro ínstars uma tendência decrescente linear no tempo de desenvolvimento com o aumento da temperatura de 10° C para 30° C. Mas houve uma distinção entre este trabalho e o de Zaleski (2003), pois os resultados encontrados nesta pesquisa apresentaram valores de duração mais altos para as temperaturas em que foi possível extrapolar algum tipo de comparação (20° C, 25° C e 30° C). Quando comparado aos valores de tempo necessários para que ninfas de *C. cupressi* (KAIRO; MURPHY, 1999) completassem os ínstars, os valores observados para *C. atlantica* requeridos foram geralmente menores, com exceção nos 2º e 3º ínstars nas temperaturas de 25° C, onde os valores observados para *C. atlantica* foram maiores.

À cerca dos valores de duração do estágio ninfal de *C. atlantica*, os valores encontrados por Zaleski (2003) foram quase sempre maiores, a não ser quando comparados com os obtidos a 22° C em *P. caribaea* var. *hondurensis*, onde o tempo foi inferior a 10 dias. O mesmo ocorreu quando foram comparados com os dados de Kairo e Murphy (1999), sendo que apenas a 22° C em *P. caribaea* var. *hondurensis* o tempo de duração do estágio ninfal foi menor. Ottati (1999), trabalhando com *C. atlantica* em *P. taeda*, sob temperatura média de 19,3° C, encontrou valores superiores de duração aos verificados neste trabalho, com o período ninfal sendo completado em 11,2 dias. Tang et al (1999) observou que os tempos de desenvolvimento do pulgão-do-citrus *Toxoptera citricida*

(Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) em cinco espécies de plantas cítricas variaram significativamente com a temperatura. Segundo esses autores, o desenvolvimento a 20° C foi cerca de 1,5 vez mais longo que a 25° C e 2,7 vezes maior que a 30° C. Uma tendência similar foi evidente para cada ínstar, embora diferenças não foram sempre significativas. Os efeitos da temperatura no desenvolvimento ninfal de *A. spiraecola* criada em *Polyscias crispata* foram altamente significativos (WANG; TSAI, 2000). A taxa de desenvolvimento acelerou-se significativamente com o aumento da temperatura até alcançar a taxa máxima de desenvolvimento. O tempo requerido para o desenvolvimento completo decresceu para os afídeos *Rhopalosiphum padi* (L.) e *Sitobion avenae* (Fabricius) (Hemiptera: Aphididae) mantidos em plantas de milho quando a temperatura aumentou de 18° C a 27,5° C, sendo que na última temperatura o tempo de desenvolvimento observado foi o menor (ASIN; PONS, 2001).

Na comparação entre plantas hospedeiras, em todas as temperaturas os insetos mantidos em *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentaram tempo de desenvolvimento significativamente inferior em relação aos criados em *P. taeda*.

A sobrevivência do estágio ninfal de *C. atlantica* foi significativamente maior sob as temperaturas de 18° C e 22° C, e nesta última, os insetos mantidos em *P. taeda* apresentaram uma taxa de mortalidade inferior. Quando a temperatura foi de 30° C, a taxa de mortalidade foi significativamente superior. Os resultados encontrados conferem com os de outros autores. Kairo e Murphy (1999) encontraram para *C. cupressi* sobrevivência mais alta a baixas temperaturas, decrescendo gradualmente com as temperaturas mais altas. Zaleski (2003) encontrou para a temperatura de 15° C uma viabilidade de 100%, tornando-se decrescente com a diminuição ou aumento da temperatura. A sobrevivência para as ninfas de *A. spiraecola* variou significativamente com a temperatura. As temperaturas extremamente altas tiveram um efeito danoso na taxa de sobrevivência do estágio imaturo. Os afídeos criados a 32° C apresentaram a mais baixa sobrevivência, com 29,61%, e sendo que os insetos criados a 15° C apresentaram uma taxa de sobrevivência de 94,96% (WANG; TSAI, 2000). Tsai e Wang (1999) observaram que a 32° C o desenvolvimento de *T. citricida* foi mais rápido, mas a mortalidade foi de 70 %, e sob a mesma temperatura, houve a menor produção de progênie. Os valores mais altos de mortalidade ninfal foram a 30° C para *R. padi* e *S. avenae* (ASIN; PONS, 2001). Para *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) criada em

plantas de algodoeiro, a sobrevivência aumentou até a temperatura de 25° C, com 81 %, sendo que essa taxa foi aproximadamente de três vezes superior a das temperaturas 10° C e 35° C (XIA; VAN DER WERF; RABBINGE, 1999).

Entre espécies, a taxa de sobrevivência de ninfas sob a temperatura de 22° C foi menor para os insetos que foram mantidos em *P. caribaea* var. *hondurensis* que a taxa encontrada para os insetos estabelecidos em *P. taeda*. Nas demais temperaturas, não foram observadas distinções entre as taxas de sobrevivência.

Apesar de se supor que sob as temperaturas mais elevadas o desenvolvimento ninfal de *C. atlantica* seja privilegiado, quando se observam suas frequências, nota-se que essa suposição é enganosa, pois menos indivíduos alcançarão a fase adulta, e que portanto darão origem a um menor número de descendentes, conferindo, dessa maneira, um menor sucesso biológico a *C. atlantica*. O fato de que as porcentagens de mortalidade terem aumentado com a temperatura sugere que as ninfas dessa espécie não estão bem adaptadas às altas temperaturas. A respeito do melhor hospedeiro, sob a temperatura de 22° C, *P. taeda* causou menor mortalidade em *C. atlantica*.

4.1.2.2 Estágio adulto

4.1.2.2.1 Duração e viabilidade

Enquanto que a longevidade de *C. atlantica* não foi influenciada nem pela temperatura nem pelo hospedeiro neste experimento, Zaleski (2003), contrariamente, observou uma tendência decrescente, assim como fora para o estágio ninfal. Essa autora encontrou maiores valores de longevidade, exceto quando o hospedeiro foi *P. taeda* sob a temperatura de 30° C. Ottati (1999), também para *C. atlantica* a 19,3° C, observou um período de longevidade menor.

Apesar da falta de significância entre os valores encontrados, os adultos que foram mantidos sob a temperatura de 22° C apresentaram os tempos de longevidade médios mais longos. Mas, como não ocorreram diferenças significativas, essa possibilidade deve ser considerada como aleatória. Apesar de Zaleski (2003) ter encontrado um padrão idêntico nos valores de duração de longevidade, verificou-se que os intervalos de

variação também foram grandes, como ocorrido neste trabalho, para todos os hospedeiros e temperaturas, o que explica a falta de diferenças significativas. Wang e Tsai (2000) encontraram um efeito significativo na longevidade de *A. spiraecola*, onde o tempo médio requerido declinou exponencialmente de 10° C para 32° C. Uma explicação para não se ter encontrado diferenças entre as combinações dos fatores está no fato da grande inconsistência nessa variável quando se observam os valores dos escores médios dos ranqueamentos, que são muito próximos, o que é bem explicado também pelo elevado coeficiente de variação e pelos erros padrões da média obtidos. Essas variações indesejáveis podem estar relacionadas a um número de repetições abaixo do necessário para esse tipo de estudo, e sugere-se que um maior número de repetições seja utilizado para estudos de biologia de afídeos.

A viabilidade do estágio adulto foi significativamente maior apenas sob a temperatura de 18° C. A taxa de sobrevivência observada para a temperatura de 22° C não se distinguiu das duas mais altas. Nesse estágio de desenvolvimento, não foram verificadas diferenças de viabilidade entre as espécies de *Pinus*. Segundo Zaleski (2003), a viabilidade de *C. atlantica* mantida em *P. taeda* é de 100% à temperatura de 15° C, resultado bastante próximo com o encontrado neste trabalho, já que a maior viabilidade foi obtida na temperatura de 18° C. Tang et al (1999) encontraram uma taxa de sobrevivência decrescente com o aumento da temperatura para adultos ápteros de *T. citricida* em espécies cítricas.

4.1.2.2 Capacidade reprodutiva

O número total de ninfas por fêmea foi uma variável que também sofreu influência da temperatura. As fêmeas que foram mantidas a 22° C em *P. caribaea* var. *hondurensis* originaram um número significativamente maior de ninfas, ao contrário das mantidas a 30° C, que originaram as menores descendências. Zaleski (2003) observou valores de fertilidade total bem superiores, sendo que a 20° C o número de ninfas foi de 28,66, e a 25° C esse valor foi de 22,60. Essa autora trabalhou com mudas de aproximadamente 120 dias de idade, ou seja, mais novas que as utilizadas no presente experimento, o que pode ter influenciado nas diferentes taxas de capacidade reprodutiva encontradas, devido ao fornecimento de hospedeiros menos resistentes, como por exemplo, com o córtex mais fino. Os valores observados a 22° C em *P. caribaea* var. *hondurensis* foram bastante próximos dos

encontrados por Mustafa (1987) para *C. cupressi* e Ottati (1999) para *C. atlantica*, sendo que, para as respectivas espécies, a descendência total gerada foi de cerca de 22 indivíduos. Ainda Mustafa (1987) observou uma taxa de fecundidade de 13,8 ninfas/fêmea para *C. maritimae*. A fecundidade de *A. spiraecola* foi afetada adversamente pelas temperaturas mais altas (Wang e Tsai, 2000). A maior prole ocorreu a 20° C, embora as fecundidades a 20° C e a 25° C foram essencialmente a mesma, enquanto que a mais baixa foi observada a 32° C. A fecundidade para *A. gossypii* foi maior a 25° C, com média de 28,3 ninfas/fêmea, em relação às outras temperaturas estudadas (10° C, 15° C, 20° C, 30° C e 35° C). Xia, Van Der Werf e Rabbinge (1999) observaram que essa taxa foi cinco vezes superior à observada na temperatura de 10° C (6,1 ninfas/fêmea) e sete vezes superior ao da temperatura de 35° C (4,0 ninfas/fêmea).

4.1.2.2.3 Taxa reprodutiva

O maior número de ninfas/fêmea/dia foi observado quando as fêmeas foram mantidas a 22° C em *P. caribaea* var. *hondurensis*. Zaleski (2003) encontrou valor próximo quando os insetos foram criados sob temperatura de 15° C, onde a fertilidade média diária foi de 2,34 ninfas/fêmea/dia. A taxa de reprodução diária variou significativamente com a temperatura para *T. citricida* (TANG et al, 1999). Esses autores verificaram que a 20° C a fecundidade foi de 20%, maior que a em 25° C e cerca de 80% maior que a 30° C. O pulgão *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Hemiptera: Aphididae), criado em plantas de milho, teve a fecundidade mais baixa a 25° C que a 22° C e o mesmo ocorreu com a taxa reprodutiva (ASIN; PONS, 2001). Xia, van der Werf e Rabbinge (1999), estudando a biologia de *A. gossypii* em algodoeiro, verificaram uma taxa média de 3,1 ninfas/fêmea/dia a 25° C, a qual foi oito vezes superior à temperatura de 10° C (0,4 ninfa/fêmea/dia) e duas vezes a taxa obtida para a temperatura de 35° C (1,7 ninfa/fêmea/dia).

4.1.2.2.4 Período reprodutivo

Neste trabalho não foram constatadas diferenças significativas no período reprodutivo entre os insetos submetidos às diferentes condições de espécie de planta hospedeira e temperatura. Mas Zaleski (2003) encontrou para essa variável um

comportamento linear decrescente dos 10° C aos 30° C, e que no geral, os valores encontrados foram maiores aos deste trabalho. Mustafa (1987) observou durações de períodos reprodutivos considerados curtos para *C. cupressi* e *C. maritimae*, de cerca de 5 dias, mas que foram compensados por taxas de fecundidade diárias mais elevadas. Tang et al (1999) encontraram diferenças significativas para o período reprodutivo, que foi de 22,2 dias a 20° C, sendo esse 7 e 11 dias mais longo quando comparado aos períodos dos insetos submetidos às temperaturas de 25° C e 30° C, respectivamente. A duração do período reprodutivo de *A. gossypii* diminuiu com o aumento da temperatura (XIA; VAN DER WERF; RABBINGE, 1999).

4.1.2.3 Ciclo de vida

A duração do ciclo de vida encontrada por Mustafa (1987) para *C. cupressi* e *C. maritimae* a 20° C em *Cupressus lusitanica*, por Kairo e Murphy (1999) para *C. cupressi* mantida em *C. macrocarpa* e Zaleski (2003) para *C. atlantica* criada em *P. taeda*, foi maior nas temperaturas experimentadas próximas as deste estudo, exceção feita quando a planta hospedeira foi *P. caribaea* var. *hondurensis* sob a temperatura constante de 30° C. Neste caso, o tempo de duração do ciclo de vida foi mais curta que as dos trabalhos citados anteriormente. Ciesla (1991) relatou um tempo de vida total para *C. cupressi* de cerca de 25 dias durante a época de crescimento das plantas.

Devido à taxa de mortalidade ter sido menor no ciclo completo sob as temperaturas de 18° C e 22° C, pode-se considerá-las como mais adequadas ao desenvolvimento desse inseto, pois o ciclo de vida resume os padrão encontrado para os estágios ninfal e adulto. Zaleski (2003) observou uma viabilidade de 100% a 15° C. A taxa de mortalidade de *C. atlantica* quando se considerou o ciclo de vida foi superior em plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* do que em *P. taeda* quando as temperaturas constantes foram de 18° C e 22° C. Esse resultado da taxa de mortalidade talvez seja o mais importante, pois, como dito anteriormente, resultados obtidos para o ciclo de vida resumem de maneira eficiente o comportamento perante os estágios de desenvolvimento.

4.1.3 Desempenho geral de *Cinara atlantica*

As temperaturas e hospedeiros exercem efeitos significativos no desenvolvimento e reprodução de *C. atlantica* quando se consideram os estágios completos de desenvolvimento. Nos três primeiros ínstares ninfais a espécie de planta hospedeira não influenciou seus tempos de duração.

Com maior capacidade reprodutiva e com menor ocorrência de mortes sob as temperaturas de 18 e 22° C, pode-se considerar essas temperaturas como mais adequadas ao desenvolvimento de *C. atlantica*. Uma temperatura em faixa próxima, 15° C, foi a determinada por Zaleski (2003) como a mais propícia ao desenvolvimento de *C. atlantica*, pois, apesar do desenvolvimento ser mais longo que nas temperaturas mais altas, a sobrevivência e longevidade foram mais elevadas.

Verificou-se, nitidamente, que sob a temperatura de 30° C em ambos os hospedeiros, *C. atlantica* apresentou o pior desempenho, que pode ser embasado pelas maiores freqüências de mortalidade na fase ninfal e no ciclo total, e pela menor capacidade reprodutiva. Diversos estudos descreveram, principalmente para insetos oriundos de regiões temperadas, que o desenvolvimento não ocorre abaixo da temperatura limiar de desenvolvimento, mas que sob temperaturas muito elevadas há também um decréscimo na taxa de desenvolvimento, ocorrendo uma alta mortalidade dos estágios imaturos, além de uma baixa geração de progênie. Uma tendência similar foi observada para *A. spiraecola*, que não sobreviveu sob a temperatura de 35° C (WANG; TSAI, 2000).

Em relação às taxas de mortalidade verificadas entre as espécies hospedeiras, notou-se que a 22° C os insetos apresentaram maior mortalidade quando alimentaram-se em *P. caribaea* var. *hondurensis*. Associando-se esses resultados com os de duração de tempo de desenvolvimento, pode-se dizer que os insetos que conseguiram transpor as estratégias defensivas utilizadas por *P. caribaea* var. *hondurensis*, como por exemplo maior espessura do córtex e maior quantidade de canais resiníferos, encontraram nesse hospedeiro uma fonte de alimento mais conveniente ao seu desenvolvimento.

As diferenças verificadas entre os desempenhos dos afídeos neste trabalho e os de Ottati (1999) e Zaleski (2003) não são claras.

A idade das plantas pode ser uma das hipóteses a serem levantadas na tentativa de explicar essas diferenças encontradas, já que Kairo e Murphy (1999) trabalharam com plantas de cerca de 1,5 ano e Ottati (1999) e Zaleski (2003) trabalharam com *P. taeda* com seis e quatro meses de idade, respectivamente. Há outras variáveis a serem consideradas, e normalmente ignoradas nos trabalhos, que são, por exemplo, a procedência das espécies de *Pinus*, já que *P. caribaea* var. *hondurensis* permite o desenvolvimento de *C. atlantica* sob as elevadas temperaturas que ocorrem no verão no Estado de São Paulo e as condições nutricionais das plantas, que também não foram medidas e que são de extrema importância para o desenvolvimento dos insetos infestantes. Uma separação geográfica das populações testadas poderia ser uma das hipóteses a serem levantadas. Tsai e Wang (2001), estudando o desenvolvimento de *A. spiraecola* em seis espécies de citros, não conseguiram explicar as causas para as diferenças medidas no desenvolvimento nesse trabalho e concluíram que seriam necessários estudos adicionais. Tang et al (1999) também não souberam explicar as causas precisas das diferenças observadas no desenvolvimento e crescimento de *T. citricida* em diferentes espécies hospedeiras de citros, sendo que os motivos permaneceram desconhecidos, fazendo que os autores julgassem serem necessários estudos adicionais.

Wang e Tsai (2000) encontraram que *A. spiraecola* exposta a temperaturas extremas de 10° C e 32° C apresentaram um desenvolvimento prolongado, redução na sobrevivência de estágios imaturos e fecundidade reduzida e como resultado essas duas populações apresentaram as mais baixas taxas de crescimento. *R. padi* teve a mais alta taxa de desenvolvimento, pré-reprodutiva e reprodutiva total e reprodutiva efetiva que *M. dirhodum* entre 18° C e 30° C, e mais alta que *S. avenae* entre 22° C e 27,5° C, mostrando que essas duas espécies não respondem bem em elevadas temperaturas como *R. padi*.

Embora taxas de desenvolvimento, como o tempo de duração dos estágios de desenvolvimento, e de reprodução forneçam importantes indícios a respeito da habilidade do hospedeiro de possibilitar o ciclo completo do inseto, esses dados poderiam ser relacionados a outras variáveis antes de se chegarem a conclusões definitivas a respeito da adequabilidade hospedeira para propósitos reprodutivos (TSAI; WANG, 2001).

Quanto à estratificação hospedeira, na fase ninfal, sob todas as temperaturas estudadas, os insetos que foram mantidos em *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentaram tempo de desenvolvimento menor que os criados em *P. taeda*. No estágio adulto

e no ciclo de vida, apenas sob a temperatura de 30° C, o mesmo desempenho foi observado, sendo que sob as demais temperaturas não se encontraram distinções entre os tempos de duração de desenvolvimento. Tsai e Wang (2001) demonstraram que plantas hospedeiras exercem efeitos significativos na longevidade e na reprodução de *A. spiraecola*. Entretanto, não houve uma relação direta entre a produção ninfal e a taxa de sobrevivência ou tempo de desenvolvimento. Segundo esses autores, esse afídeo pode se desenvolver com êxito em três espécies de citros. No tocante à viabilidade de *C. atlantica* nos hospedeiros testados, a taxa encontrada para o ciclo de vida foi superior nas temperaturas de 18° C e 22° C para os insetos que se desenvolveram em *P. taeda*.

4.2 Experimento 2: Determinação da flutuação populacional, estrutura etária e caracterização da estrutura espacial de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em plantios de *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* (Pinaceae)

4.2.1 Resultados

4.2.1.1 Frequência de plantas infestadas

Os índices de porcentagem de árvores infestadas nas duas áreas de estudo da Fazenda Borda II (BII-AI e BII-AII) apresentaram-se bastante similares em uma visão generalizada (Figura 13).

Na primeira avaliação, em junho de 2001, os índices de infestação foram de cerca de metade das árvores avaliadas, sendo que, apenas na área I da Fazenda Borda II, a porcentagem de árvores infestadas foi em torno de 25% do total.

A partir de então, o número de árvores infestadas elevou-se e permaneceu em torno de 80% até o final de setembro, sendo que o índice mais baixo sempre foi observado nas plantas mais jovens de *P. taeda* localizadas na Fazenda Sul Brasil (SB-Pt). Foi nesse período que se observou o maior índice de infestação, essa pertencente à área I na Faz. Borda II com valor igual a 98% das árvores.

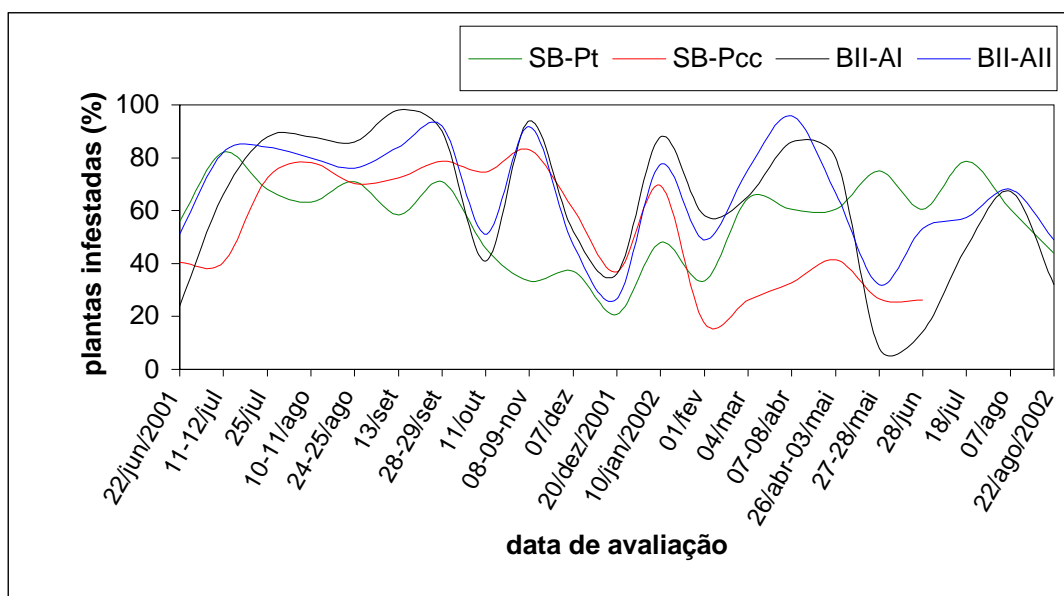


Figura 13: Frequência de árvores infestadas com *Cinara atlantica* em áreas florestadas com *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* nos municípios de Buri e Nova Campina, SP. 2001-2002 (SB-Pt: Faz. Sul Brasil - *Pinus taeda*; SB-Pcc: Faz. Sul Brasil - *Pinus caribaea* var. *caribaea*; BII-AI: Faz. Borda II - Área I - *Pinus taeda*; BII-AII: Faz. Borda II - Área II - *Pinus taeda*).

Em outubro de 2001, houve uma queda na frequência de árvores infestadas nas áreas de estudo florestadas com *P. taeda*, chegando esses índices em torno de 45%, mantendo-se em cerca de 75% o total de árvores com presença de *C. atlantica* em *P. caribaea* var. *caribaea* (SB-Pcc).

Iniciando-se em novembro, observaram-se dois picos de infestação nas duas áreas da Fazenda Borda II e na florestada com *P. caribaea* var. *caribaea*, ocorrendo o primeiro em novembro de 2001 e o segundo em janeiro de 2002.

Na área com *P. caribaea* var. *caribaea*, a partir de fevereiro, a porcentagem de árvores infestadas caiu para cerca de 30% até o final das avaliações, observando-se apenas um valor acima deste em abril, de cerca de 40%.

Nas áreas da Fazenda Borda II, a porcentagem de árvores infestadas apresentou valores próximos a 80% em abril e agosto, e na área plantada com *P. taeda*, na

Fazenda Sul Brasil, o índice tornou-se estável a partir de março, em torno de 60%, até o final, com ligeiros picos em março e agosto.

De maneira geral, a porcentagem de árvores infestadas acompanhou um padrão para três das áreas, destoando-se apenas a área com *P. taeda* da Fazenda Sul Brasil, com índices geralmente mais baixos. Até outubro de 2001, os índices nas três áreas foram elevados, iniciando-se picos de ocorrência bimestral, sendo que, a partir de março de 2002, a infestação nas árvores de *P. caribaea* var. *caribaea* diminuiu consideravelmente até o final das avaliações.

4.2.1.2 Número médio de insetos por planta

A variação no número médio de insetos por planta encontrado nas plantas de *P. taeda* da área II da Fazenda Borda II e da Fazenda Sul Brasil apresentou padrões similares de variação verificados para a porcentagem de plantas infestadas, ou seja, uma infestação maior até setembro de 2001 e, após isso, iniciando-se flutuações com alternância de picos nos meses de novembro de 2001, janeiro e abril de 2002 (Figura 14).

Na área plantada com árvores de *P. taeda* com seis meses de idade (em junho de 2001) na Fazenda Sul Brasil, até agosto de 2001, a quantidade média de insetos foi em torno de 40 indivíduos, ocorrendo queda na primeira quinzena do mês seguinte e retornando ao mesmo nível no final de setembro. De outubro a dezembro, a quantidade de insetos encontrados caiu pela metade em relação à época anterior, voltando a subir em janeiro de 2002. Entre fevereiro e abril, houve uma nova queda, mas essa de menor magnitude. A partir de maio a infestação tornou-se ascendente, atingindo o seu máximo em julho, com cerca de 108 insetos/planta.

O número médio de insetos por planta na área florestada com *P. caribaea* var. *caribaea* (árvores com dois anos de idade em junho de 2001) foi estável até agosto, havendo uma queda em setembro, e sendo verificados picos no final de setembro, novembro e dezembro. De janeiro a março de 2002, a quantidade média caiu para cerca de 20 insetos/planta, subindo novamente para cerca de 60 pulgões em abril.

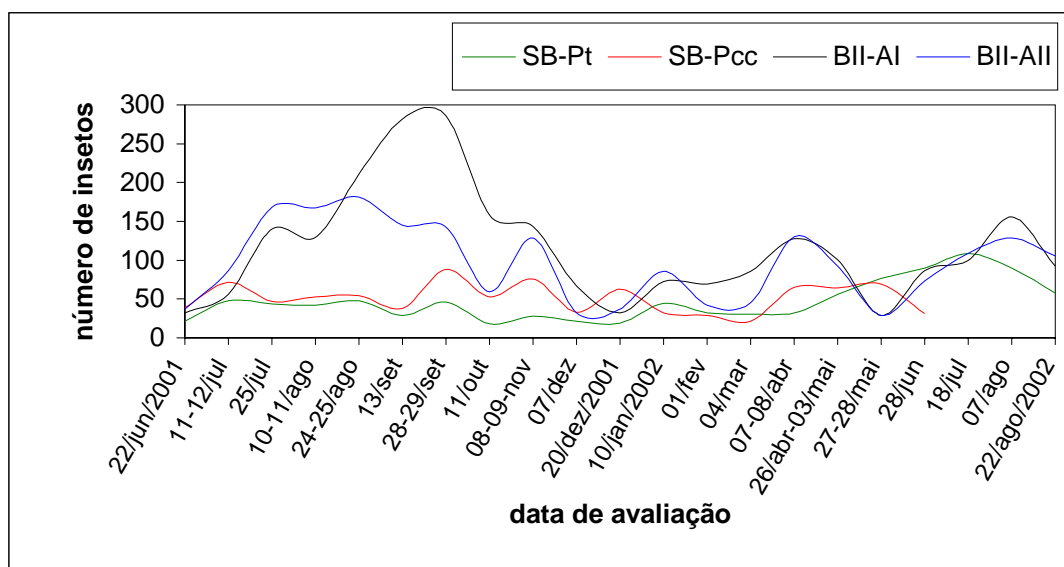


Figura 14: Número médio de *Cinara atlantica* por planta em áreas florestadas com *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* nos municípios de Buri e Nova Campina, SP. 2001-2002 (SB-Pt: Faz. Sul Brasil - *Pinus taeda*; SB-Pcc: Faz. Sul Brasil - *Pinus caribaea* var. *caribaea*; BII-AI: Faz. Borda II - Área I - *Pinus taeda*; BII-AII: Faz. Borda II - Área II - *Pinus taeda*).

Na área II da Fazenda Borda II, com árvores de *P. taeda* com um ano de idade (em junho de 2001), as infestações mais altas ocorreram entre julho e setembro, estando presentes em cada árvore cerca de 170 insetos, com um novo pico em novembro, de cerca de 130 indivíduos, e queda da infestação média que se perdurou até dezembro, quando a infestação média caiu para cerca de 40 insetos/planta. Em seguida, um novo pico de menor intensidade (80 insetos/árvore), e um segundo foi observado em abril do ano seguinte, com aproximadamente 130 indivíduos/planta, havendo um último pico em agosto, com cerca de 120 insetos/planta.

A área I da Fazenda Borda II, florestada com árvores de *P. taeda* com um ano de idade (em junho de 2001) foi onde o número de afídeos por planta infestada foi maior em valores absolutos. Desde o início das coletas, observou-se uma tendência crescente na quantidade desses insetos/planta, atingindo seu pico em setembro, mês onde foram observados cerca de 280 insetos/planta. Após isso, até dezembro, com a chegada dos meses mais quentes, a quantidade média foi decrescente, até atingir seu limiar, com

aproximadamente 30 pulgões/árvore. Posteriormente, observou-se uma tendência ascendente até abril (125 insetos/planta), e um último pico em agosto de 2002, onde foram observados cerca de 155 indivíduos/árvore.

4.2.1.3 Número médio de colônias

O número médio de colônias foi crescente desde a primeira até a 7ª avaliação, esta ocorrida no final de setembro, nas áreas da Fazenda Borda II (Figura 15). Notou-se que, em junho de 2001, o índice pluviométrico acumulado fora elevado (Figura 17), e que nesse caso, até o final de setembro, uma nova população foi se estabelecendo. A partir de então, o número de colônias oscilou numa periodicidade bimestral, num fenômeno bastante parecido com as variáveis discutidas anteriormente.

Nas áreas da Fazenda Sul Brasil houve uma flutuação no número médio de colônias, atingindo, assim como no caso anterior, seu ápice em setembro. O número mínimo de colônias foi encontrado em fevereiro, após sucessivos meses de chuva mais intensa, sendo que após esse período as médias elevaram-se para ambas as áreas.

4.2.1.4 Distribuição da estrutura etária

A distribuição de frequência para ninfas de 1º instar apresentou valores de número de coletas com frequências em excesso ou escassez parecidos para todas as quatro áreas avaliadas, e sempre sendo observado uma alternância na ocorrência dessas caracterizações (Tabela 21 e Figuras 18 a 21). Quando houve excesso de frequência desses insetos na área I da Fazenda Borda II, foi observado esse fenômeno em seis ocasiões, e na área II do mesmo local, observou-se o mesmo número de ocorrências para frequências escassas. Ainda na área I foram encontradas cinco datas em que foi observada a escassez de frequência e na área II foram quatro as datas em que a frequência de ninfas de 1º instar foi classificada como excessiva. Nas áreas da Fazenda Sul Brasil, ocorreram cinco datas com frequência em excesso e escassez na área com *P. taeda* e quatro datas com excesso e três com escassez de ocorrência de ninfas de 1º instar na área florestada com *P. caribaea* var. *caribaea*. Nas áreas da Fazenda Sul Brasil observou-se um hiato entre a 2ª e 10ª coletas (julho e dezembro),

quando não foram observadas frequências significativas nem de excesso nem de escassez. Nas áreas da Fazenda Borda II esse intervalo não ocorreu, e durante todo o período de coletas houve uma distribuição contínua entre as datas com excesso e escassez de ninfas de 1^o ínstar.

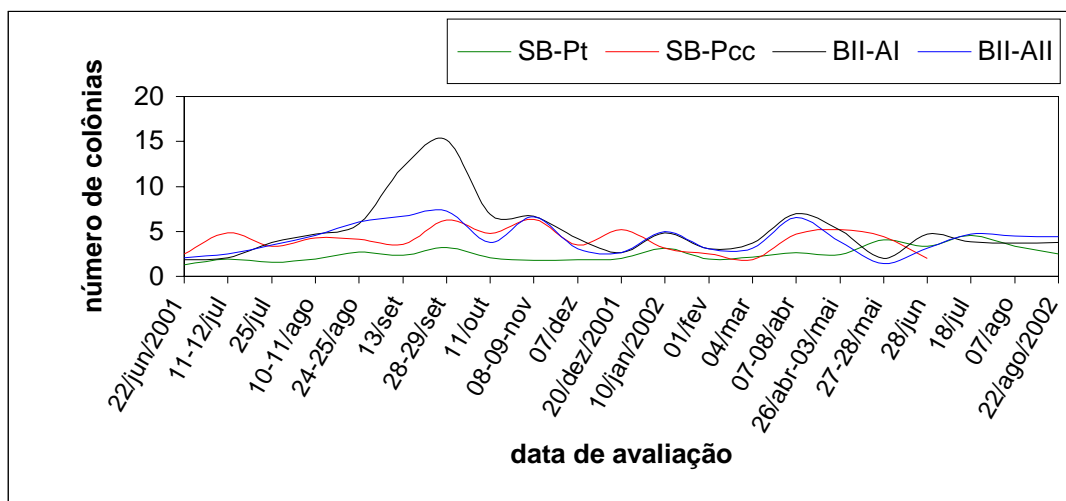


Figura 15: Número médio de colônias de *Cinara atlantica* por planta em áreas florestadas com *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* nos municípios de Buri e Nova Campina, SP. 2001-2002 (SB-Pt: Faz. Sul Brasil - *Pinus taeda*; SB-Pcc: Faz. Sul Brasil - *Pinus caribaea* var. *caribaea*; BII-AI: Faz. Borda II - Área I - *Pinus taeda*; BII-AII: Faz. Borda II - Área II - *Pinus taeda*).

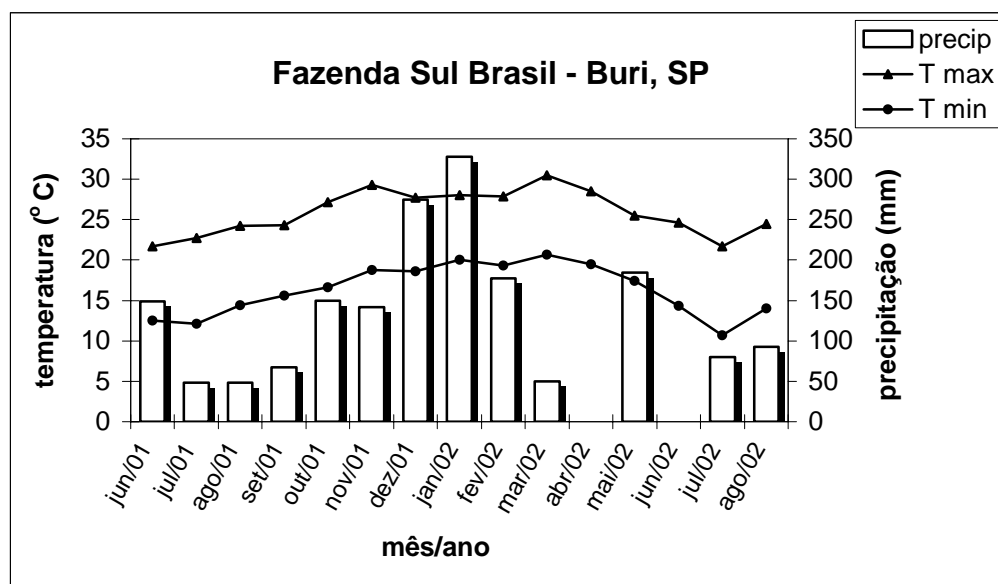


Figura 16: Temperaturas máximas e mínimas médias mensais e precipitação pluvial mensal na Fazenda Sul Brasil, localizada no município de Buri, SP. 2001-2002.

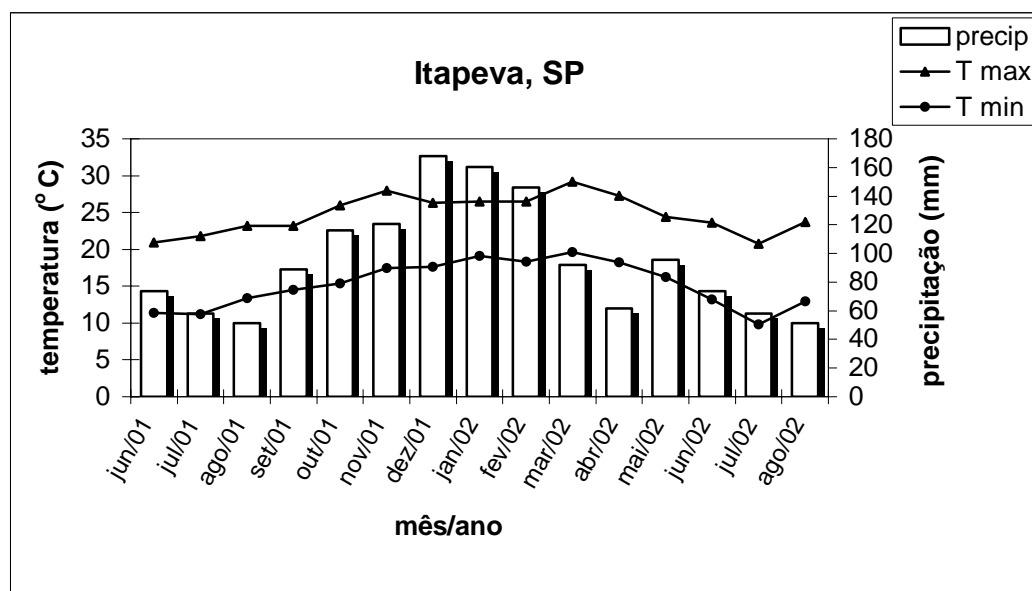


Figura 17: Temperaturas máximas e mínimas médias mensais e precipitação pluvial mensal no município de Itapeva, SP. 2001-2002.

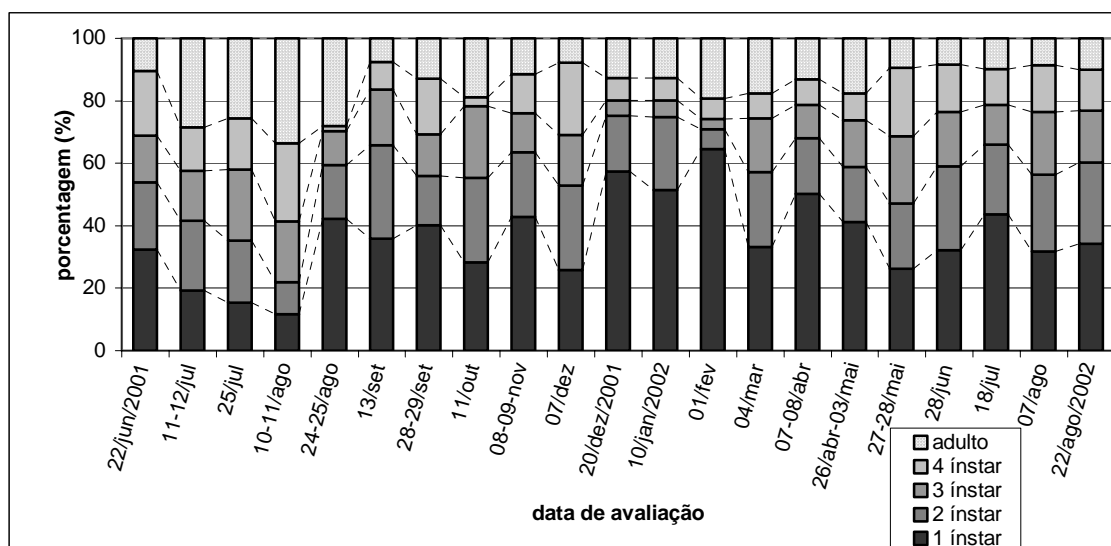


Figura 18: Distribuição da estrutura etária de *Cinara atlantica* em amostras coletadas em árvores de *Pinus taeda* na Fazenda Sul Brasil. Buri, SP. 2001-2002.

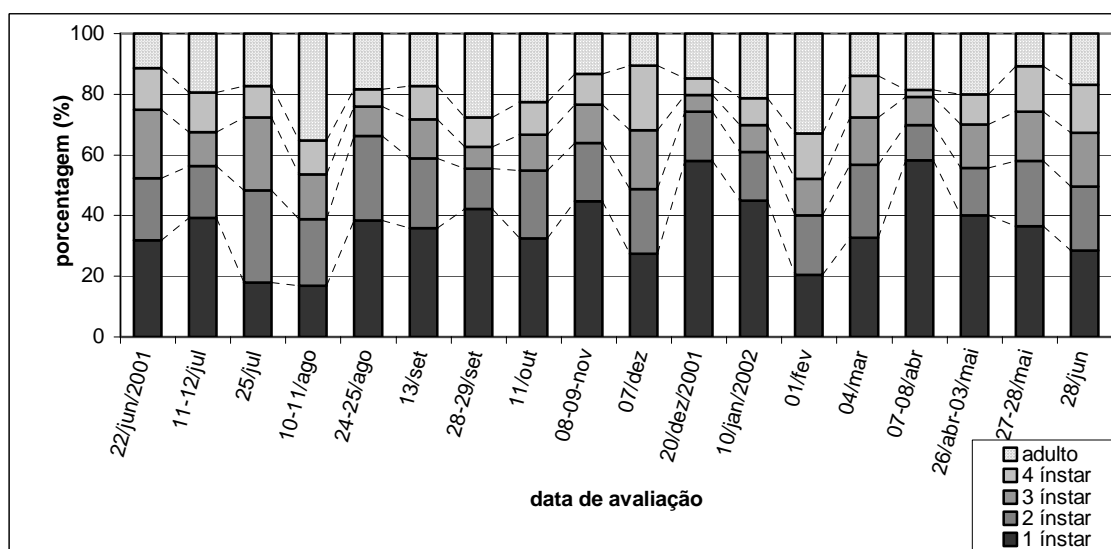


Figura 19: Distribuição da estrutura etária de *Cinara atlantica* em amostras coletadas em árvores de *Pinus caribaea* var. *caribaea* na Fazenda Sul Brasil. Buri, SP. 2001-2002.

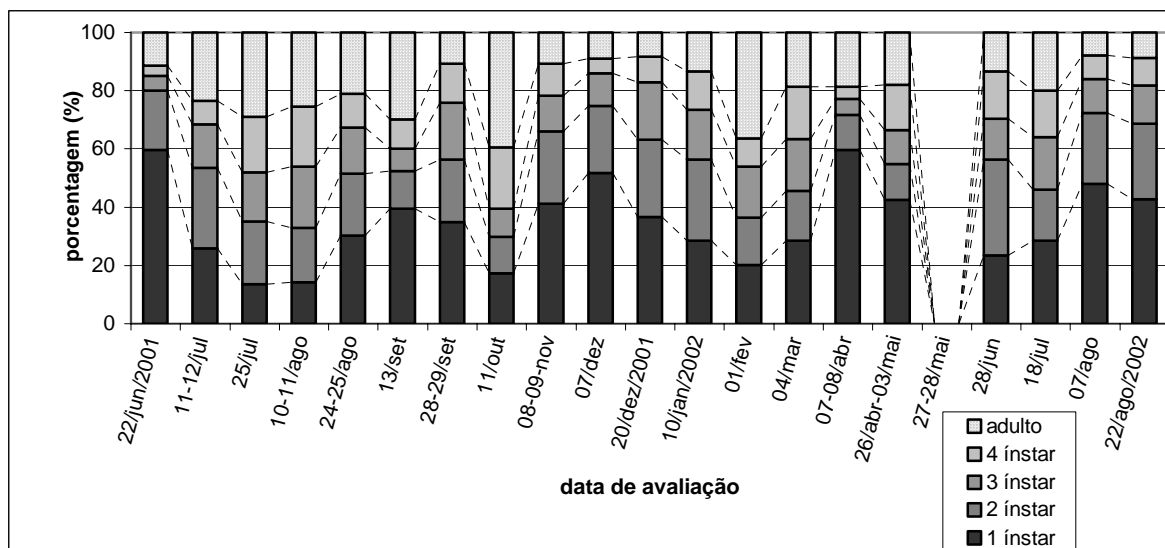


Figura 20: Distribuição da estrutura etária de *Cinara atlantica* em amostras coletadas em árvores de *Pinus taeda* na Fazenda Borda II – Área I. Nova Campina, SP. 2001-2002.

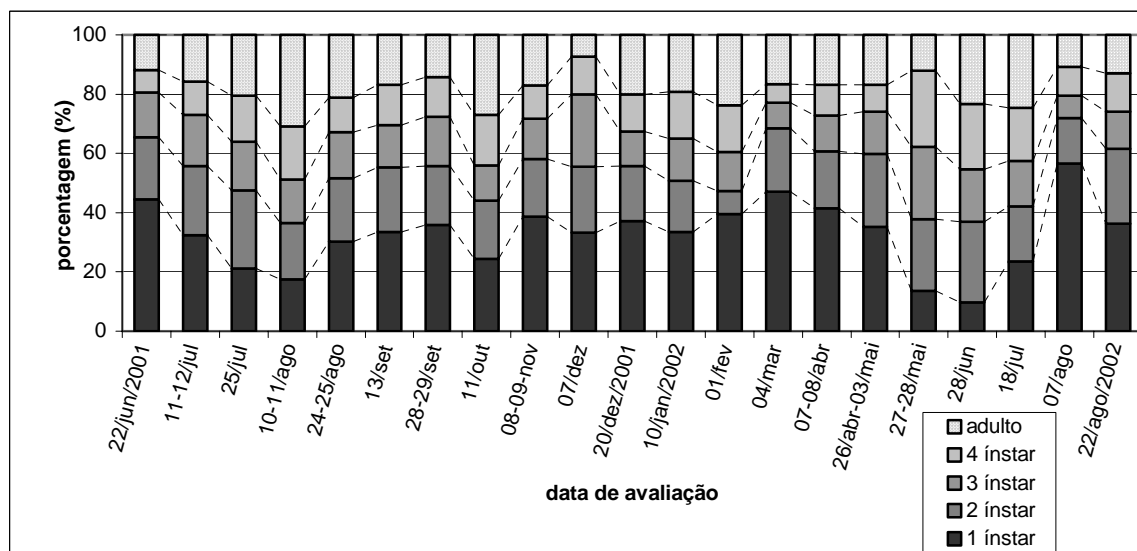


Figura 21: Distribuição da estrutura etária de *Cinara atlantica* em amostras coletadas em árvores de *Pinus taeda* na Fazenda Borda II – Área II. Nova Campina, SP. 2001-2002.

Tabela 21: Classificação de freqüências observadas das fases de desenvolvimento em colônias de *Cinara atlantica* em *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea* através da análise de resíduos padronizados. Buri e Nova Campina, SP. 2001-2002.

Avaliação	Área	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	4º ínstar	Adulto
01	SB-Pt	escassez*	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	escassez*	escassez ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
	BII-AI	excesso*	escassez ^{ns}	escassez*	escassez*	escassez ^{ns}
	BII-AII	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
02	SB-Pt	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*
	SB-Pcc	excesso*	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
	BII-AI	escassez ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}
	BII-AII	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
03	SB-Pt	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}
	SB-Pcc	escassez ^{ns}	excesso*	excesso*	escassez*	escassez*
	BII-AI	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	excesso*
	BII-AII	excesso*	excesso ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
04	SB-Pt	escassez ^{ns}	escassez*	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}
	SB-Pcc	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez*	excesso*
	BII-AI	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}	escassez*
	BII-AII	excesso*	excesso ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
05	SB-Pt	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez*	excesso ^{ns}
	SB-Pcc	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AI	excesso ^{ns}	excesso*	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez*
	BII-AII	escassez ^{ns}	escassez*	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*
06	SB-Pt	excesso ^{ns}	excesso*	excesso*	escassez ^{ns}	escassez*
	SB-Pcc	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
	BII-AI	excesso*	escassez*	escassez*	escassez ^{ns}	excesso*
	BII-AII	escassez*	excesso*	excesso*	excesso*	escassez*
07	SB-Pt	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}	excesso*
	BII-AI	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	escassez ^{ns}	escassez*
	BII-AII	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
08	SB-Pt	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	escassez*	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	excesso*	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
	BII-AI	escassez*	escassez*	escassez ^{ns}	excesso*	excesso*
	BII-AII	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
09	SB-Pt	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AI	escassez ^{ns}	excesso*	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez*
	BII-AII	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*

** continua na página seguinte

** continuação da página anterior

Avaliação	Área	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	Adulto
10	SB-Pt	escassez*	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}
	BII-AI	excesso*	escassez ^{ns}	escassez*	escassez*	excesso ^{ns}
	BII-AII	escassez*	escassez ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
11	SB-Pt	excesso*	escassez ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	excesso*	escassez ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AI	escassez*	excesso*	excesso*	escassez ^{ns}	escassez*
	BII-AII	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso*	excesso*
12	SB-Pt	excesso*	excesso ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	excesso*	escassez*	escassez*	escassez*	excesso*
	BII-AI	escassez*	excesso*	excesso*	excesso ^{ns}	escassez*
	BII-AII	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}
13	SB-Pt	excesso*	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	escassez*	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AI	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AII	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
14	SB-Pt	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
	SB-Pcc	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
	BII-AI	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}
	BII-AII	excesso*	escassez ^{ns}	escassez*	escassez*	excesso ^{ns}
15	SB-Pt	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AI	excesso*	escassez*	escassez*	escassez*	excesso ^{ns}
	BII-AII	escassez*	excesso ^{ns}	excesso*	excesso*	excesso ^{ns}
16	SB-Pt	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AI	excesso ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}
	BII-AII	escassez ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
17	SB-Pt	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez*	escassez*	excesso ^{ns}
	BII-AI ¹	---	---	---	---	---
	BII-AII	escassez*	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}
18	SB-Pt	excesso*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez*
	SB-Pcc	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AI	escassez ^{ns}	excesso*	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}
	BII-AII	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	excesso*
19	SB-Pt	excesso*	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez*	escassez*
	SB-Pcc ²	---	---	---	---	---
	BII-AI	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}
	BII-AII	escassez*	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*

** continua na página seguinte

** continuação da página anterior

Avaliação	Área	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	4º ínstar	Adulto
20	SB-Pt	escassez*	excesso ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*	excesso*
	SB-Pcc	---	---	---	---	---
	BII-AI	excesso*	excesso ^{ns}	escassez*	escassez*	escassez ^{ns}
	BII-AII	excesso*	escassez*	escassez*	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}
21	SB-Pt	escassez*	excesso ^{ns}	excesso*	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}
	SB-Pcc	---	---	---	---	---
	BII-AI	excesso*	excesso ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez*	escassez ^{ns}
	BII-AII	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	escassez ^{ns}	excesso ^{ns}	excesso*

* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade

¹ devido à baixa população nessa data, não foram encontradas colônias para serem avaliadas nas primeiras 50 plantas vistoriadas

² a partir dessa data, não realizaram-se mais coletas na área com *P. caribaea* var. *caribaea* (Fazenda Sul Brasil)

A distribuição etária observada no 2º ínstar foi menos variável (Tabela 21 e Figuras 18 a 21). Novamente, a área I da Fazenda Borda II foi a que apresentou um maior número de coletas com freqüências significativas de excesso e escassez, com seis e quatro coletas, respectivamente, com a maioria ocorrendo nas primeiras 11 coletas. Na área II foram observadas duas semanas com as duas classificações significativas de freqüência de escassez e de excesso, sendo uma na primeira e outra na segunda metade do período de coletas para ambas as classificações. Na Fazenda Sul Brasil, na área com *P. taeda* houve apenas um par de freqüências significativas, e na área plantada com *P. caribaea* var. *caribaea* duas datas com escassez e uma com excesso de freqüência de ninfas de 2º ínstar foram observadas.

Os valores verificados para o 3º ínstar foram bastante similares para as duas áreas na Fazenda Borda II, com quatro datas de excesso de ocorrências nas duas áreas, e com cinco e quatro ocorrências de escassez, respectivamente, nas áreas I e II (Tabela 21 e Figuras 18 a 21). Na Fazenda Sul Brasil, o número de datas em que ocorreram valores de freqüência significativos foram de cinco e seis nas áreas com *P. taeda* e *P. caribaea* var. *caribaea*, respectivamente, mas com distribuição entre as categorias distintas. Na primeira área, observaram-se três datas com excesso e duas com escassez, e na segunda área, duas datas com excesso e quatro datas com escassez.

As ocorrências de escassez e excesso de ninfas de 4º ínstar apresentaram-se bem distribuídas durante o período de coletas, com números de datas muito próximos para as freqüências em excesso e escassez de ninfas para essa etapa de

desenvolvimento, sendo observadas 14 ocasiões em que ocorreram escassez de frequência e 13 em que foram observados excesso de frequência (Tabela 21 e Figuras 18 a 21). Isso foi mais notável na área com *P. taeda* na Fazenda Sul Brasil, onde o número de datas com excesso e de escassez foram exatamente iguais nessa área experimental. A área com *P. caribaea* var. *caribaea* e as áreas I e II da Fazenda Borda II apresentaram comportamentos distintos, onde na primeira área houve apenas uma data com excesso, enquanto que nas áreas da Fazenda Borda II foram observadas quatro e cinco datas, respectivamente nas áreas I e II. Quanto à escassez de ninfas, na área com *P. caribaea* var. *caribaea* observaram-se quatro datas, na área I seis datas e na área II em apenas uma avaliação isso ocorreu.

No estágio adulto, a área II na Fazenda Borda II apresentou o maior número de datas com frequência caracterizada como excessiva, em seis ocasiões, e a área I, na mesma fazenda, com o mesmo número de coletas onde se observaram frequências classificadas como escassas em número de adultos (Tabela 21 e Figuras 18 a 21). Nas datas onde houve excesso de adultos na área II da Fazenda Borda II, três dessas ocorreram no final dos levantamentos, o que não foi notado para a área I, onde não foi observada nenhuma ocorrência significativa de excesso de adultos. Na área com *P. taeda* (Fazenda Sul Brasil), apenas na 2^a coleta e na penúltima coleta observaram-se excesso de adultos. Nas outras duas áreas (*P. caribaea* var. *caribaea* e área I – Borda II), em três datas houve excesso de frequência de adultos, sendo que todas as datas na área II ocorreram até a 8^a coleta, e na Fazenda com *P. caribaea* var. *caribaea*, a última data com tal ocorrência foi a da 12^a avaliação. Das seis frequências de escassez da área I da Fazenda Borda II, cinco ocorreram na primeira metade do período de avaliações. Uma escassez de adultos na área II foi observada na 6^a coleta, sendo essa a única ocorrência, e justamente nessa data observou-se na área I um excesso de frequência de reprodutivos. Nas áreas da Fazenda Sul Brasil, na área com *P. taeda* houve três datas com escassez de adultos, sendo duas na parte final das coletas e na área com *P. caribaea* var. *caribaea*, apenas uma data (3^a coleta).

4.2.1.5 Caracterização da estrutura espacial

Populações de insetos tendem a apresentar uma distribuição fragmentada. Mesmo quando a densidade média da população é baixa, pode haver regiões

(fragmentos) com altas densidades. Como resultado, estimativas das populações médias podem fornecer pequena informação sobre o tamanho e intensidade dos fragmentos locais dentro da área amostrada (DALTHORP; NYROP; VILLANI, 1999). A partir do exposto acima, decidiu-se determinar, sob condições limitadas, a estrutura espacial da infestação de *C. atlantica*.

Na Fazenda Sul Brasil, mais especificamente na área plantada com *P. taeda*, foi utilizado o modelo exponencial para a obtenção dos variogramas para descrever a estrutura espacial de *C. atlantica* nas estações de inverno, primavera e outono. Para o verão, foi utilizado o modelo esférico (Tabela 22). O alcance da dependência espacial para esse afídeo, onde as amostras são consideradas espacialmente dependentes, foi de 4,84 m no outono e 7,92 m na primavera. O efeito pepita, que é a variabilidade devida ao erro experimental, ou seja, efeitos distribucionais abaixo da escala amostral do estudo e outros efeitos aleatórios, foi de 0,26 na primavera e 1,67 no outono. O grau de casualidade mais baixo foi observado na primavera, mas mesmo assim, a componente aleatória do modelo foi significativa. Mapas de contorno para notas estimadas de tamanho de colônias foram produzidos usando a krigeagem dos valores de notas encontrados nas plantas amostradas. Nas estações de inverno, primavera e verão houve uma predominância da nota 2 (11 a 25 insetos/planta), sendo que nas primeiras duas estações observaram-se regiões nessa área onde a infestação nas árvores presentes nesses pontos receberam nota 3 (26 a 50 insetos/planta) (Figura 22). No verão, em alguns pontos a infestação não passou de nota 1 (2 a 10 insetos/planta), enquanto que no outono, a dominância na área foi de notas 3, havendo a ocorrência também de notas 4 (51 a 100 insetos/planta).

Na mesma fazenda, mas na área plantada com *P. caribaea* var. *caribaea*, os modelos ajustados para descrever a caracterização da dependência espacial foram os mesmos que na área com *P. taeda* para a primavera (exponencial) e para o verão (esférico), e para os períodos de inverno e outono, utilizou-se do modelo esférico (Tabela 22). O alcance da dependência espacial foi de 10,84 m no verão e de 12,71 m no outono. Essa área apresentou, no geral, os maiores valores de dependência espacial. Os valores do efeito pepita para essa área não destoaram muito dos observados para a área com *P. taeda* em três das quatro estações, variando entre 0,92 (inverno) e 2,19 (primavera), sendo que a componente aleatória em todos os modelos ajustados foi altamente significativa. Nessa área, a infestação foi

mais intensa na primavera, com predominância nessa estação climática de notas 4, mas com uma área considerável apresentando uma infestação das plantas por colônias de nota 3 (Figura 23). Na estação de inverno, a predominância foi de notas 3. E no verão e outono, a dominância foi de notas 2, mas sendo que no outono, em alguns pontos, as plantas foram infestadas com colônias de notas 3 e 4, o que ocorreu apenas em uma região durante a estação do verão.

Tabela 22: Parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados para a estrutura espacial da infestação de *Cinara atlantica* em plantas de *Pinus taeda* e *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Buri e Nova Campina/SP, 2001-2002.

Área	Estação	Alcance (m)	Efeito Pepita γ (h)	Patamar γ (h)	Grau de Casualidade	Modelo
SB-Pt	inverno	6,13	0,76	1,44	0,528	exponencial
	primavera	7,92	0,26	1,36	0,191	exponencial
	verão	6,96	0,59	1,01	0,584	esférico
	outono	4,84	1,67	1,94	0,861	exponencial
SB-Pcc	inverno	11,47	0,92	2,00	0,460	esférico
	primavera	12,46	2,19	3,07	0,713	exponencial
	verão	10,84	1,06	1,50	0,707	esférico
	outono	12,71	1,35	2,31	0,584	esférico
BII-AI	inverno	4,35	0,77	1,15	0,670	exponencial
	primavera	8,98	0,85	2,37	0,359	exponencial
	verão	5,66	1,10	1,28	0,859	exponencial
	outono	5,30	0,24	0,91	0,264	exponencial
BII-AII	inverno	12,46	2,03	2,16	0,940	esférico
	primavera	6,67	1,06	1,41	0,752	exponencial
	verão	11,86	1,10	2,50	0,440	esférico
	outono	7,68	1,20	1,92	0,625	exponencial

Na área de estudo I da Fazenda Borda II, os modelos ajustados para os semivariogramas foram todos exponenciais (Tabela 22). Mais uma vez, o valor do efeito pepita foi baixo, variando entre 0,24 e 1,10. O alcance da dependência espacial para todas os períodos estudados foi bastante próximo, variando entre 4,35 m no inverno e 8,98 m na primavera. Para as estações mais frias, os valores do alcance da dependência espacial foram praticamente os mesmos, sendo de 5,30 para o outono e de 5,66 m para o verão. O grau de casualidade mais baixo foi observado no outono. Nas demais estações, a componente aleatória

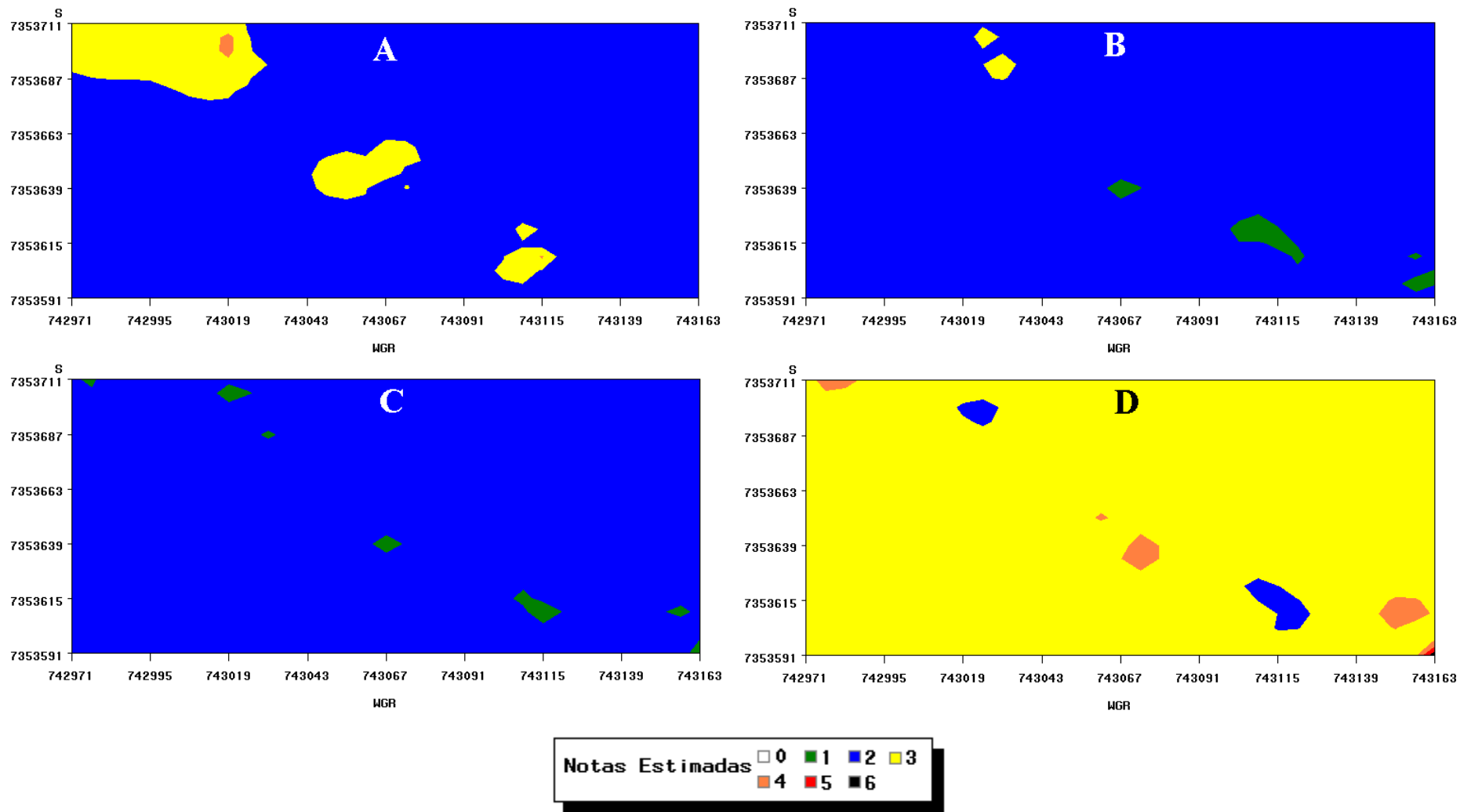


Figura 22: Notas estimadas de tamanho de colônias de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em árvores de *Pinus taeda*. (A) inverno. (B) primavera. (C) verão. (D) outono. Fazenda Sul Brasil, Buri, SP. 2001-2002.

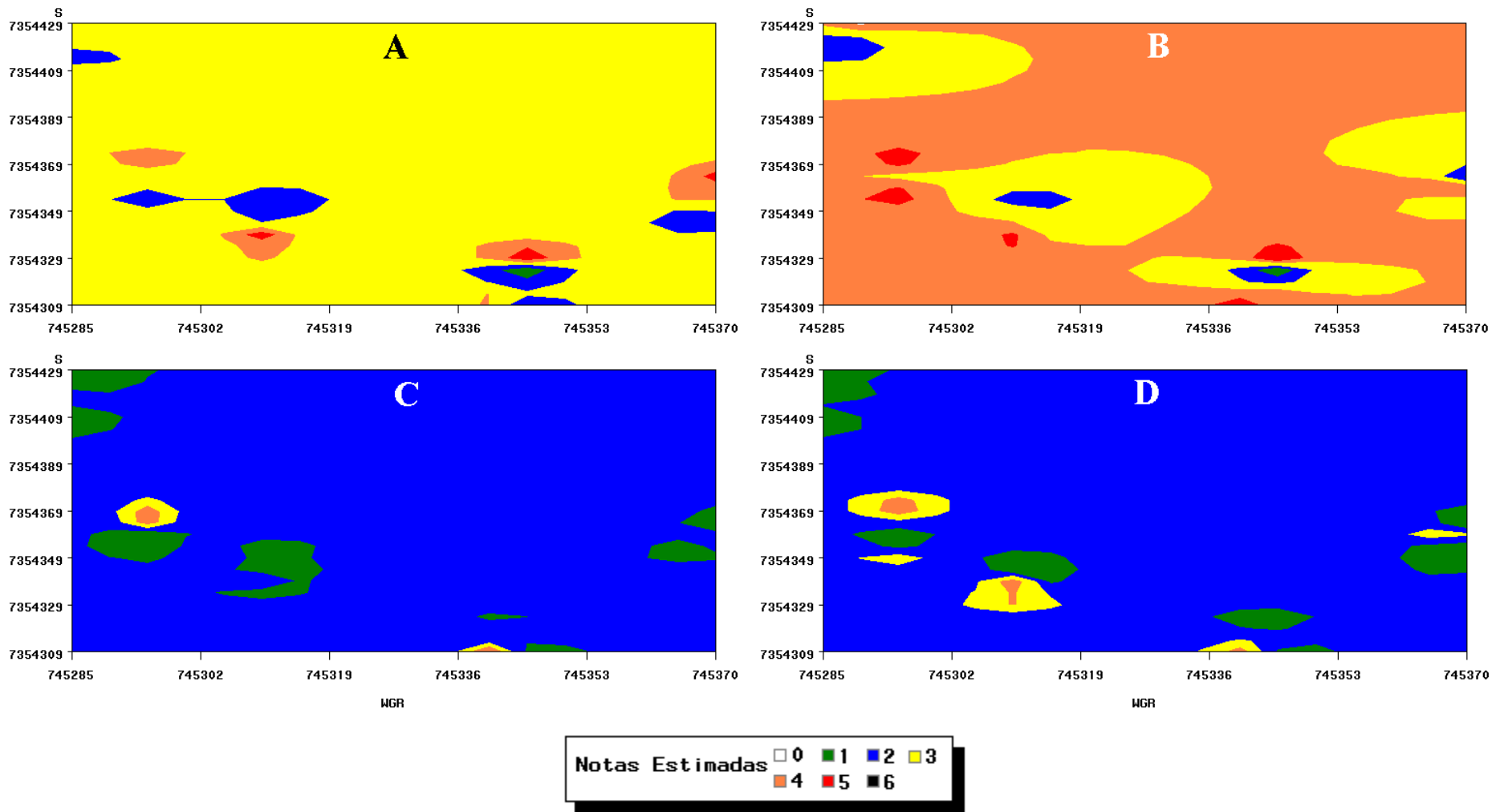


Figura 23: Notas estimadas de tamanho de colônias de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em árvores de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. (A) inverno. (B) primavera. (C) verão. (D) outono. Fazenda Sul Brasil, Buri, SP. 2001-2002.

nos modelos dos variogramas ajustados foi altamente significativa. Os mapas gerados pela krigagem revelaram que as maiores infestações ocorreram no inverno e na primavera, sendo que nessa última estação houve uma maior variação nas notas atribuídas às colônias, variando entre 2 e 6 (acima de 400 insetos/planta) (Figura 24). No verão, o tamanho de colônia predominante que infestava as árvores foi de nota 3, e no outono, a nota predominante continuou a ser 3, mas houve a presença de quatro regiões com a ocorrência de colônias de nota 2.

Na área II da Fazenda Borda II, utilizou-se do modelo esférico para o ajuste nas estações de inverno e verão, e o modelo exponencial foi usado para a primavera e outono (Tabela 22). O efeito pepita, assim como para os locais anteriores, foi também baixo, variando entre 1,06 na primavera e 2,03 no inverno. O alcance da dependência espacial foi mais variável entre as estações climáticas, sendo que para a primavera e outono foram de 6,67 e 7,68 m, respectivamente, e de 11,86 m no verão e 12,46 m no inverno. Em todos os modelos ajustados, a componente aleatória presente foi altamente significativa. Quanto aos mapas obtidos para os quatro períodos do ano, observou-se que no inverno e na primavera a prevalência das notas das colônias que infestavam as plantas foi 4, havendo a ocorrência até de notas 6 em pequenas regiões (Figura 25). No verão e no outono, as notas 3 foram as que mais ocorreram na maior parte da área, sendo que ainda durante o verão houve uma grande variação nas notas atribuídas, variando de 1 a 5 (101 a 400 insetos/planta). No outono, essa variação foi menos pronunciada.

4.2.2 Discussão

4.2.2.1 Frequência de plantas infestadas, número médio de insetos por planta e número médio de colônias

Em função de que em duas das variáveis estudadas, número médio de insetos/planta e número médio de colônias/planta, a área I da Fazenda Borda II apresentou taxas muito superiores às demais áreas, a observação de picos ficou até certo ponto prejudicada, o que não ocorreu com a variável porcentagem de plantas infestadas, já que essa é uma variável padronizada.

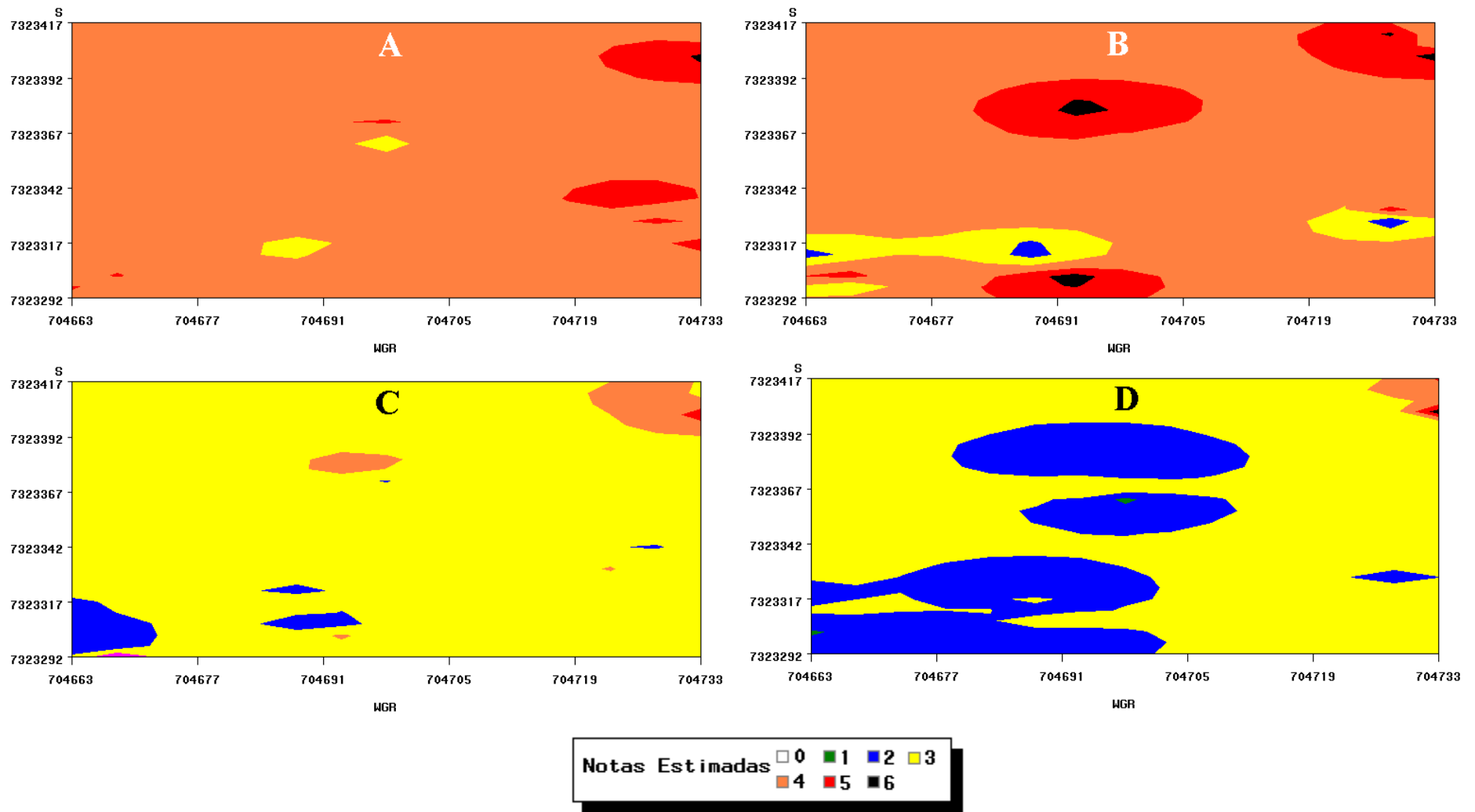


Figura 24: Notas estimadas de tamanho de colônias de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em árvores de *Pinus taeda*. (A) inverno. (B) primavera. (C) verão. (D) outono. Fazenda Borda II – Área I, Nova Campina, SP. 2001-2002.

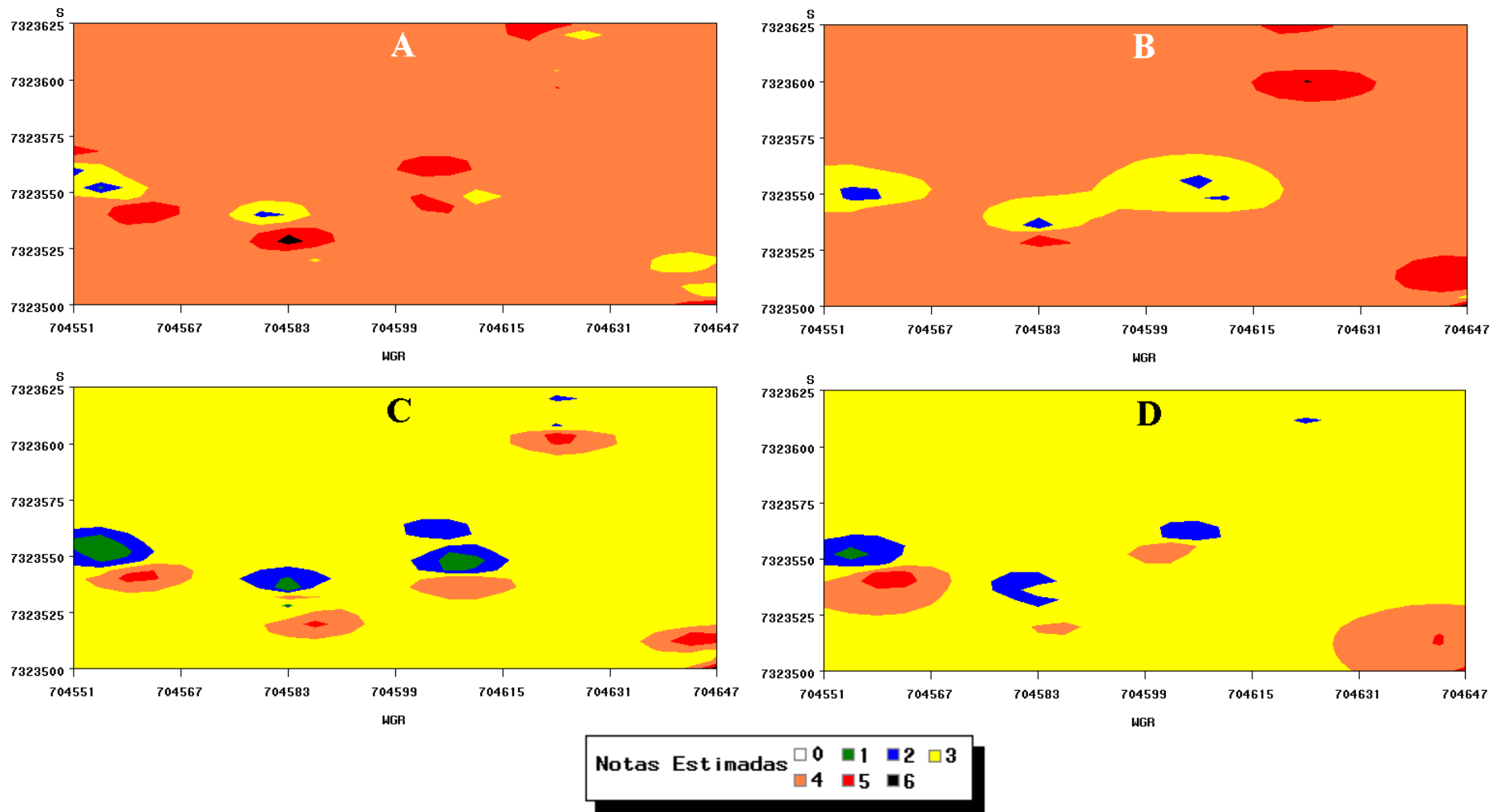


Figura 25: Notas estimadas de tamanho de colônias de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em árvores de *Pinus taeda*. (A) inverno. (B) primavera. (C) verão. (D) outono. Fazenda Borda II – Área II, Nova Campina, SP. 2001-2002.

Quando se relacionou os resultados das três variáveis com os dados meteorológicos, notou-se que no período de precipitação pluvial e temperaturas mais baixas, ocorrido entre julho e setembro de 2001, a taxa de árvores infestadas, o número médio de insetos e o número médio de colônias, nas quatro áreas, foram mais elevados e uniformes, quando comparados ao período imediatamente posterior (Figuras 16 e 17). A partir de outubro, quando as precipitações pluviais tornaram-se maiores e as temperaturas elevaram-se, notou-se uma queda nos níveis de todas as variáveis, havendo uma recuperação em novembro, mas com nova queda sendo verificada já no mês seguinte. O número mínimo de colônias foi encontrado em fevereiro, após sucessivos meses de chuva mais intensa, sendo que após esse período houve aumento no número de colônias em todas as áreas. Novos picos foram observados em janeiro, abril e agosto de 2002. Esse último pico pode ter sido resultado das temperaturas mais baixas que ocorreram com maior frequência a partir de junho, pois a partir desse mês as taxas para porcentagem de plantas infestadas e número de insetos e de colônias/planta apresentaram uma curva ascendente. Pode-se dizer que o intervalo entre o penúltimo e último pico foi de cerca de quatro meses, diferentemente dos anteriores, porque conforme a época mais fria do ano aproximou-se, o desenvolvimento de *C. atlantica* tornou-se mais lento, fazendo com que o restabelecimento da população fosse mais demorado.

A pequena literatura disponível sugere que as populações de *C. atlantica* aumentam durante os meses de outono e inverno para as condições tropicais (VOEGTLIN, 2003a).

Em estudos executados no Hemisfério Norte, onde os afídeos são holocíclicos, as infestações ocorreram nos meses mais quentes do ano. Kfir e Kirsten (1991), para os quais a medida da taxa da infestação em um plantio é dada pela porcentagem de árvores com presença de colônias de afídeos, verificaram que, durante um período contínuo de oito semanas, de junho a julho de 1984, entre 85 e 100% das árvores de *P. patula* estiveram infestadas por *C. cronartii*, e que em 1983 e 1985, as infestações tiveram picos de curtas durações, com 80 e 65% das árvores, respectivamente. Voegtlin e Dahlsten (1982) verificaram que a infestação máxima de *C. ponderosae* ocorreu em junho de 1975, em Serra Nevada (EUA), onde em 48% das árvores havia pelo menos uma colônia desse afídeo. Nos meses de maio, a infestação foi de cerca de 20%, e no mês de agosto, em pleno verão, essa foi praticamente zero.

Iede (2003), utilizando armadilhas amarelas de água para coleta de *Cinara* spp., em três áreas nos estados do Paraná e Santa Catarina, em talhões plantados com *P. taeda* e *P. oocarpa*, observou que os picos populacionais de alados ocorreram nos meses de abril a junho, no outono, e em setembro e outubro, na primavera, nas duas espécies hospedeiras em todos os locais estudados, e que as populações também estiveram presentes no verão. Esses resultados demonstraram que não ocorreram diferenças relacionadas às condições das diferentes regiões para a ocorrência de picos populacionais.

Quando Iede (2003) realizou observação visual de insetos de *Cinara* spp. em 20 plantas, observou que as maiores densidades de indivíduos/planta ocorreram em Arapoti e Sengés (PR), e a menor em Rio Negrinho (SC). Os locais estudados por esse autor no Estado do Paraná estão próximos aos avaliados neste experimento (Buri e Nova Campina), que confirmam que o complexo *Cinara* está se adaptando às condições tropicais, já que a menor densidade foi registrada no município catarinense, caracterizado por temperaturas mais baixas. Os períodos de ocorrência de picos populacionais de *Cinara* spp. nos três locais foram semelhantes, ocorrendo pequenas variações, como um pico atemporal em janeiro de 2001, em Sengés.

Os resultados encontrados por Iede (2003) são semelhantes aos verificados neste trabalho, pois os períodos em que ocorreram picos populacionais foram similares nos dois estudos. Nos meses de agosto, setembro, novembro de 2001 e julho de 2002, os picos observados ocorreram tanto nas três áreas estudadas por Iede (2003) quanto nas quatro áreas dos dois municípios. Até mesmo um pico atemporal que Iede (2003) observou em Sengés em janeiro, ocorreu também, mas, diferentemente daquele trabalho, esse foi mais generalizado, não ocorrendo apenas na área florestada com *P. caribaea* var. *caribaea*.

De maneira geral, as curvas de flutuação encontradas em Buri e em Nova Campina, com maior semelhança para esta última localidade, mostraram-se bastante próximas às verificadas por Iede (2003). Para os dois trabalhos, os picos populacionais de *C. atlantica* foram mais frequentes nos meses de inverno e primavera, ocorrendo um pico no outono, e outro, o de menor magnitude, no verão. Adicionalmente, pode-se dizer também que os níveis populacionais mais altos e mais duradouros ocorrerem nos períodos mais frios e que há grande variação nos meses mais quentes.

Santos, Wikler e Andrade (2003a), em avaliações realizadas nos meses de janeiro e julho de 2003, observaram um evidente aumento da população do pulgão-gigante-do-pinus de janeiro para julho, o que já era esperado, uma vez que o pico populacional do inseto ocorre no inverno.

Na Argentina, os picos populacionais de *C. atlantica* observados em plantações de *P. taeda* e *P. elliotii* se assemelham nas épocas de ocorrência, ao Brasil. Essa espécie ocorre durante o ano inteiro e os picos populacionais são observados entre o final do inverno e início da primavera, sendo que o maior desenvolvimento das colônias ocorreu entre a segunda quinzena de agosto e a segunda quinzena de setembro, e um segundo pico populacional, de menor intensidade que o da primavera, foi observado em abril (ESKIVISKI et al, 2003). Esse pico de abril também foi observado nas áreas estudadas em Nova Campina.

Patti e Fox (1981) determinaram que o número médio de *C. atlantica* por árvore com quatro anos de idade foi maior entre os meses de dezembro e fevereiro (inverno), e apresentou um declínio populacional no período entre abril (primavera) e agosto (verão), sendo nesse último mês a ocorrência da menor população. Em árvores com seis anos, essa espécie apresentou o mesmo período de menor população que nas árvores com quatro anos, mas os picos populacionais foram observados em abril de 1975 e fevereiro de 1976.

Picos de primavera e verão, conforme observados neste trabalho, também foram registrados por Voegtlin (2003a), 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.

Segundo Penteado et al (2000a), em 1996 no Paraná e em Santa Catarina, *C. pinivora* foi observada colonizando árvores de *P. elliotii* e *P. taeda* entre o final do outono e o final do inverno, sendo que as colônias praticamente desapareceram nos meses mais quentes. Em 1997, esses afídeos foram observados a partir do mês de maio, e do início de junho até a primeira quinzena de agosto. Penteado et al (2000b) constataram que *C. atlantica* é uma espécie que tolera temperaturas mais altas, e apesar de ocorrer juntamente com *C. pinivora* durante o outono e inverno, ocorre também na primavera e no verão (PENTEADO et al, 2000b). Penteado et al (2000a, 2000b) confirmaram que *C. atlantica* é uma espécie que apresenta também picos durante a primavera e verão, além dos picos de inverno,

diferentemente de *C. pinivora*, que é uma espécie que tem preferência por temperaturas mais amenas.

Kfir e Kirtsten (1991) verificaram em seu estudo na África do Sul que durante os anos de 1983 e 1984 a população de *C. cronartii* em *P. patula* apresentou um pico no início de julho, e que seu colapso ocorreu no início de agosto, permanecendo pequena até o final de setembro-outubro. Em 1985, a população de afídeos permaneceu pequena, sem pico algum até o final das avaliações. Segundo Voegtlin e Dahlsten (1982), *C. ponderosae* apresentou um comportamento de infestação até o final de junho de 1974, quando a última árvore fora colonizada. Kidd (1991b) observou que, após o pico populacional observado em meados do verão, a população de *C. pinea* declinou e permaneceu baixa, até os afídeos desaparecerem das árvores em novembro. Segundo esse autor, esse padrão parece ser típico para esses insetos, independentemente de sua localização geográfica.

Asin e Pons (2001) observaram que *M. dirhodum*, na cultura do milho durante os meses de maio e junho, onde a temperatura raramente excede 25° C, sobrevive, se desenvolve e se reproduz, e que no final de julho, quando as temperaturas ultrapassam 30° C, desaparece das lavouras. Tang et al (1999) observaram que 25° C foi a temperatura mais adequada para o crescimento de *T. citricida*. Isso pode explicar por que as populações desse afídeo são significativamente mais altas em abril do que em julho e dezembro. O pico do número médio de colônias de *C. ponderosae*/árvore ocorreu em junho com valor próximo de 3,5 colônias. Em maio e agosto as árvores apresentaram uma média pouco superior a uma colônia (VOEGTLIN; DAHLSTEN, 1982).

Uma possível explicação para os picos observados durante os meses mais quentes pode ser de ordem fisiológica da planta hospedeira. Nesses meses as plantas estão em pleno desenvolvimento, emitindo, principalmente, novas brotações. Essas brotações são mais adequadas aos insetos que se alimentam de seiva elaborada, pois são mais ricas nutricionalmente, principalmente em nitrogênio, o que significa mais aminoácidos presentes na seiva que os ponteiros já maduros (FRIEDRICH; HUFFAKER, 1980¹, citados por CHILIMA; LEATHER, 2001).

¹ FRIEDRICH, J.W., HUFFAKER, R.C. Photosynthesis, leaf resistance, and rubelose -1,5-biphosphate carboxylase degradation in senescing barley leaves. **Plant Physiology**, n. 65, p. 1103-1107, 1980.

A relação observada entre o desenvolvimento de brotações e a presença de *C. atlantica* reflete a possibilidade de ambos responderem ao mesmo estímulo, isto é, variações no nível de nitrogênio nas plantas hospedeiras. Numerosos estudos mostraram que o nível de nitrogênio nas plantas afeta significativamente a performance e a dinâmica populacional de afídeos e outros grupos de insetos (CHILIMA; LEATHER, 2001). Isso pode explicar por que há flutuações na porcentagem de árvores infestadas, nos níveis populacionais e também no número de colônias/árvore nos meses mais quentes do ano. Durante essa época, que é justamente a de emissão de novas brotações, o nível de nitrogênio no floema é mais alto nas plantas, mas as altas temperaturas, características dos meses de primavera e verão e que causam desconforto térmico, também associadas à maior ocorrência de inimigos naturais, são responsáveis pela redução populacional, o que causaria, portanto, os menores picos observados nessas épocas, assim como de menor duração. Durante o outono e inverno, as temperaturas mais baixas seriam a única responsável pela ocorrência de populações mais altas e constantes. Esses ciclos ocorreram porque, conforme o ciclo médio dessa espécie é de cerca de 33 dias, como observado neste trabalho sob a temperatura constante de 22° C, presume-se que a recuperação do índice de infestação de árvores infestadas ocorra em torno de três gerações do inseto.

Observou-se que na área plantada com *P. taeda* na Fazenda Sul Brasil, ocorreram as menores taxas de árvores infestadas e também de número de insetos por planta, principalmente nos meses mais quentes, o que pode ser explicado devido ao menor porte dessas plantas. Como a copa dessas árvores ainda não apresenta um dossel suficiente para uma cobertura total do solo, já que as plantas no início do experimento estavam com seis meses de idade, a temperatura até cerca de 40 cm acima do nível do solo é maior que a temperatura do ar. Ou seja, no período de maiores temperaturas, além dessa ser uma limitante ao desenvolvimento desse inseto, as temperaturas nessas plantas foram ainda maiores, o que não ocorreu com as demais áreas estudadas, onde o porte das árvores era superior, pois nas duas áreas da Fazenda Borda II as plantas avaliadas apresentavam um ano de idade no início deste estudo e na área com *P. caribaea* var. *caribaea* na Fazenda Sul Brasil as plantas, no início do experimento, estavam com dois anos de idade. Asin e Pons (2001) observaram esse fenômeno em plantas de milho, onde verificaram que apenas o afídeo *R. padi* poderia sobreviver nos

meses mais quentes, pois essa seria considerada uma espécie mais tolerante às temperaturas mais altas.

Notou-se também que a porcentagem de árvores infestadas foi menor no início da estação mais fria em 2002 que as do ano anterior. Isso se deve ao crescimento das plantas, o que Fox e Griffith (1977) explicaram em seu trabalho. Esses dois autores verificaram que *C. atlantica* e *C. watsoni* colonizaram de modo similar plantas de *P. taeda* com um ano de idade, independentemente se as plantas apresentavam-se vigorosas ou não. Mas esse padrão de colonização por parte desses afídeos não foi encontrado em plantas com dois anos de idade, sendo que houve uma significativa preferência pelas plantas vigorosas em relação às não vigorosas. Pode-se deduzir que plantas com um ano de idade sejam mais similares fisiologicamente, e que, portanto, exerçam uma menor influência sobre as populações dos pulgões. Ainda Fox e Griffith (1977) observaram, em infestações naturais, que *C. atlantica* e *C. watsoni* aparentam atacar somente plantas selecionadas, que apresentavam um bom sistema radicular, e, conseqüentemente, um rápido crescimento, e que esses insetos seriam capazes de detectar as plantas menos vigorosas. Neste trabalho, esse fenômeno parece ter ocorrido nas duas áreas da Fazenda Borda II, plantas com um ano no início das avaliações, já que com o maior desenvolvimento das plantas, algumas tornaram-se inaptas à sua colonização, fazendo com que os índices de árvores infestadas e de número de insetos/planta decrescesse no segundo ano. Nessas duas áreas, os índices de árvores infestadas estiveram próximos a 90% entre julho e setembro de 2001, e no ano seguinte foram de cerca de 60%. Mas quanto à área plantada com *P. taeda* na Fazenda Sul Brasil observou-se o contrário, pois as plantas muito jovens e de porte pequeno no início do experimento permitiram no segundo ano do experimento uma maior colonização, sendo, portanto, observadas maiores infestações nessas árvores, e com valores de frequência de árvores infestadas em 2002 bastante parecidos com os verificados no ano anterior. Na área com *P. caribaea* var. *caribaea* (Fazenda Sul Brasil), observou-se pequena variação quanto ao número de insetos/planta e frequência de plantas infestadas, pois como as árvores já apresentavam cerca de dois anos de idade no início do experimento, pode-se dizer que os insetos estivessem colonizando apenas as plantas menos vigorosas desde o início deste estudo, o que não houve com as árvores avaliadas na Fazenda Borda II.

Um fator que pode ter influenciado os níveis de infestação foi a alteração no sistema de controle de plantas daninhas empregado pela empresa florestal, proprietária das áreas onde foi realizado o estudo. No início das avaliações, a empresa empregava como método de controle de plantas invasoras a aplicação de herbicida em área total, sendo que, posteriormente, houve alteração para a utilização de roçadeira mecânica. Oliveira (2003) avaliou a infestação de *C. atlantica* em plantas de *P. taeda* submetidas a diferentes tipos de manejo de plantas daninhas nas entrelinhas, e observou que o mato controlado com herbicida em área total proporcionou as maiores taxas de plantas infestadas com o inseto, assim como maiores índices de colônias/planta, levando as plantas a danos maiores. Essa autora notou também que o manejo do mato através de roçadeira mecânica, ao contrário, levou a uma menor taxa de infestação das árvores, assim como menor número de colônias infestantes e menos danos às plantas. Isso ocorreu devido à preservação de uma vegetação nas entrelinhas, que serviu de refúgio para inimigos naturais que apresentam hábitos alimentares distintos durante os estágios de desenvolvimento, nem sempre insetívoros, como os crisopídeos, por exemplo.

4.2.2.2 Distribuição da estrutura etária

A área I (Fazenda Borda II) foi a menos estável quanto à estrutura etária em relação às demais áreas. Isso denota grandes alterações nos níveis populacionais ao longo do ano, o que pode ser exemplificado pelos picos observados nos meses de setembro e outubro/novembro de 2001 terem sido maiores que nas demais áreas.

Na área II da mesma fazenda, a frequência de adultos foi excessiva em períodos coincidentes com picos populacionais em agosto e novembro de 2001, e julho e agosto de 2002, o que contrariaria Kfir e Kirsten (1991), que observaram que a alta proporção de adultos em populações de *C. cronartii* infestando *P. patula* no final de junho e julho, ou seja, em períodos mais quentes no Hemisfério Norte, indicaria o declínio das populações. Essa característica foi notada nessa área, onde mais especificamente em três das últimas quatro coletas, observaram-se frequências excessivas de adultos. Nas demais áreas esse tipo de frequência, em quase todas as ocasiões, foi mais comum nas primeiras oito avaliações. As populações dos ínstaes mais desenvolvidos de *C. ponderosae* aumentaram no meio de junho e

apresentaram um pico duas semanas após a colônia alcançar seu maior tamanho (VOEGTLIN; DAHLSTEN, 1982).

Nas áreas da Fazenda Sul Brasil as duas datas em que foram observados excesso de freqüência na área com *P. taeda* e nas três datas também com excesso de freqüência na área com *P. caribaea* var. *caribaea* foram também coincidentes com picos populacionais. Novamente, o observado contrariou Kfir e Kirsten, que relataram que uma alta freqüência de adultos denotaria queda no tamanho da população, e nos permitiu deduzir que a ocorrência de um número elevado de adultos refletiria num declínio populacional valeria apenas para as populações holocíclicas, que são comuns no Hemisfério Norte, e que não teria validade para as populações analocíclicas, de ocorrência nas regiões tropicais. Portanto, para as nossas condições, a freqüência elevada de adultos indicará picos populacionais posteriormente.

Segundo Kfir e Kirsten (1991), um aumento na proporção de ninfas de 1^o ínstar de *C. cronartii* em *P. patula* geralmente indica um crescimento populacional. Neste trabalho, as freqüências caracterizadas como sendo excessivas sempre precederam conseqüentes picos populacionais, o que pode ser observado em todos os períodos de maior nível populacional ocorridos nas duas fazendas.

Notou-se também que o 1^o ínstar foi o que mais apresentou valores significativos de freqüência, tanto para excesso como para escassez, o que permite inferir que esse estágio do desenvolvimento ninfal seja o mais sujeito às variáveis bióticas e abióticas do ambiente.

Ao contrário do estágio ninfal anterior, a distribuição etária observada do 2^o ínstar foi a menos variável durante o período de coletas entre todas as fases em três áreas - as duas na Fazenda Sul Brasil e na área II na Fazenda Borda II. Nessas áreas, pode-se dizer que após um período inicial de adaptação após a ninfiposição, ocorrido durante o 1^o ínstar, os insetos que chegariam a essa fase estariam mais aptos a prosseguir seu desenvolvimento.

Com o fato de que na primeira metade do período de coletas na Fazenda Borda II tenha se observado mais resultados significativos de excesso e escassez de indivíduos em quase todas as fases de desenvolvimento que na segunda metade, com exceção do 1^o e 4^o ínstar na área II, pode-se supor que, com o desenvolvimento das florestas, as populações tornam-se mais estáveis. Isso ainda pode ser confirmado com o fato de que no 1^o

ínstar houve mais ocorrências de frequências de escassez na segunda metade do período de coletas na área II, o que denotaria o fato de que as populações não tenderiam a crescer.

Kfir e Kirsten (1991) observaram em 1984 que a frequência de distribuição de todos os ínstars de *C. cronartii* havia oscilado, e que em 1985, a população havia flutuado levemente e que não haviam sido observados picos distintos. Isso ocorreu devido à população de 1º ínstar ter apresentado uma flutuação sem algum padrão. Em ambos os anos, os alatóides de 3º e 4º ínstars -ninfas que originarão na fase adulta fêmeas partenogênicas vivíparas alienícolas (JOHNSON, 1965², 1966³, citados por MENEZES, 1979)- flutuaram consideravelmente entre as datas de amostragem, e poucos alados haviam sido encontrados.

Voegtlin e Dahlsten (1982) avaliaram, em Serra Nevada (EUA) durante o ano de 1974, o número de insetos de cada ínstar, ninfas ápteras, alatóides de 3º e 4º ínstars e adultos alados e ápteros de *C. ponderosae*. Das 39 amostras de distribuição de ínstar, 27 (67%) apresentaram valores de qui-quadrado que permitiram assumir essas distribuições como progressões geométricas, mas que não são originárias de uma população homogênea com relação à distribuição de ínstar. Esses autores também observaram que os alatóides de 3º e 4º ínstars flutuaram consideravelmente entre as datas de amostragem.

O período de coletas deste trabalho (15 meses) representou plenamente o período de tempo que se considera a floresta suscetível à alimentação desse inseto. Patti e Fox (1981) e Iede (2003) observaram que *C. atlantica* tem claramente preferência por plantas jovens. Devido a isso, de acordo com o avanço das coletas, as populações de *C. atlantica* tornaram-se mais estáveis e, portanto, com o envelhecimento das plantas as possibilidades de ocorrerem picos vão se escasseando.

A determinação da estrutura etária pode servir, além de uma ferramenta de análise para previsões futuras do nível populacional, também como contribuição para a decisão de liberação de inimigos naturais para controle desse pulgão, visando atingir as fases mais recomendadas.

² Johnson, B. Wing polymorphism in aphids. II. Interaction between aphids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wezep, v. 8, p. 49-64, 1965.

³ Johnson, B. Wing polymorphism in aphids. III. The influence of the host plant. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wezep, v. 9, p. 213-222, 1966.

4.2.2.3 Caracterização da estrutura espacial

A análise geoestatística fornece uma abordagem alternativa para a caracterização da variabilidade espacial de dados biológicos (ELLSBURY et al, 1998) e pode ser aplicada para determinar a distribuição espacial de insetos (SCHOTZKO; QUISENBERRY, 1999). Essa ferramenta analítica é focada na direção e na distância entre as amostras e pode ser usada para determinar a relação espacial entre amostras (WILLIAMS et al, 1992).

Embora as distribuições numéricas de populações de insetos possam ser estimadas a partir de índices estatísticos baseados nas distribuições de frequência, tais como as estatísticas I de Moran ou a de Ceary, essas medidas não avaliam a relação espacial e não permitem estabelecer a correlação de distribuições de populações com fatores ambientais que variam espacialmente.

A ferramenta básica da geoestatística é o variograma, o qual relaciona as distâncias dos pares de amostras e sua variância, a qual é a variação entre pontos para todos os possíveis pares de pontos para cada distância.

Para o ajuste dos variogramas da estação primavera, o modelo exponencial foi o mais apropriado para os quatro locais de estudo. Para o outono, apenas na área com *P. caribaea* var. *caribaea* utilizou-se o modelo esférico para o ajuste do variograma, sendo que nas outras áreas lançou-se mão do modelo exponencial. Para o verão, em três dos quatro locais avaliados, o variograma foi mais bem ajustado utilizando-se o modelo esférico, sendo que a exceção foi para a área I da Fazenda Borda II, onde o modelo exponencial foi utilizado. Para o ajuste dos variogramas do período do inverno, houve uma divisão dos modelos utilizados, sendo que o modelo exponencial foi utilizado na área com *P. taeda* na Fazenda Sul Brasil e na área I da Fazenda Borda II. Ellsbury et al (1998) modelaram variogramas para a emergência de *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte e *D. barberi* Smith & Lawrence (Coleoptera: Chrysomelidae), em plantações de milho e em rotações entre milho e soja nos anos de 1995 e 1996, e utilizaram-se do modelo esférico para o ajuste de seus variogramas para a primeira e exponencial para a segunda espécie.

O modelo esférico é um dos modelos espaciais mais comumente utilizado e é encontrado quando as agregações, isto é, indivíduos associados no espaço, estão

dentro da escala do experimento e encontrados aleatoriamente dentro da área amostral (SCHOTZKO; QUISENBERRY, 1999). O modelo esférico permite, em alguns casos, um melhor ajuste do variograma por causa de sua forma parabólica, que indica um alto grau de agregação, com um alcance da dependência espacial dentro da escala de estudo (DARNELL et al, 1999), que foi neste trabalho de 70,71 m para as quatro áreas de estudo. O modelo esférico foi utilizado basicamente para a modelagem da caracterização da dependência espacial nas épocas mais quentes, o que pode ser explicado devido à menor densidade populacional nesses períodos, podendo ocorrer, nessas ocasiões, certas regiões do quadrante estudado que sejam mais favoráveis ao desenvolvimento do inseto. O fato de se ter ajustado a época de inverno com o modelo esférico na área com *P. caribaea* var. *caribaea* pode ser explicado pela grande variação na altura das plantas, havendo, portanto, plantas mais preferidas pelos insetos.

Na área plantada com *P. taeda* na Fazenda Sul Brasil não houve uma variação muito grande na infestação nas primeiras três estações climáticas avaliadas. Isso pode ser devido à pequena altura das árvores no início do experimento, quando essas apresentavam idade de plantio de cerca de seis meses. Ou seja, as plantas atravessaram o maior período de grande incidência de *C. atlantica*, entre julho e setembro, com um porte pequeno, o que não foi suficiente para provocar uma infestação nitidamente maior que nas duas estações subseqüentes, consideradas mais quentes e chuvosas, apesar de que no inverno foram observadas algumas áreas com nota 3 de infestação (entre 26 e 50 insetos/planta), e uma pequena com nota 4 (entre 51 e 100 insetos/planta). Após o período mais quente, onde as infestações não foram tão severas, o outono foi marcado por infestações predominantemente de notas 3, havendo a ocorrência de notas 4, o que permite deduzir que as plantas com maior altura já suportariam um maior número de insetos. Observaram-se pequenas coincidências entre os mapas obtidos para as estações primavera e outono. Houve uma pequena região (7353615 S 743115 WGR) que se caracterizou por apresentar menor infestação que o restante da área, e ocorreram outras duas que mostraram uma tendência distinta, sendo que no outono a infestação foi maior e na primavera menor quando comparadas ao restante da área. No caso da região com menor infestação nas duas estações (primavera e outono), algum fator deve ser o responsável para isso, e deve-se investigar com maior detalhe o que estaria proporcionando essa menor infestação. Quando foram comparados os mapas da primavera e verão, observaram-se que as infestações são praticamente semelhantes, a não ser em duas regiões na

parte superior da área, onde na primavera a infestação foi merecedora de nota 3 e no verão a nota atribuída seria 1 (entre 2 e 10 insetos/planta).

Na área com *P. caribaea* var. *caribaea* (Fazenda Sul Brasil) observou-se uma baixa infestação em plena estação de outono, que pode ser explicada pelo porte elevado das plantas, pois nas avaliações durante essa estação, as plantas já estavam com cerca de três anos, ponto no qual a planta está se tornando menos preferível por esses insetos, principalmente devido à espessura da casca. Patti e Fox (1981) observaram que *C. atlantica* tem preferência por plantas jovens. Observando-se os quatro mapas de contorno obtidos para as estações, nota-se que há áreas em comum onde há maior infestação. A região com coordenadas próximas de 7354379 S e 745295 WGR em todos os mapas obtidos apresentou-se com infestação mais intensa que a maior parte da área. Por exemplo, na primavera, onde a predominância nas árvores seria de colônias em que seriam atribuídas notas 4, nessa região encontraram-se plantas com notas 5 (entre 101 e 400 insetos/planta). E houve uma outra parte dessa área que foi caracterizada por apresentar colônias de tamanho menor que a maioria das presentes no restante da área, como a próxima às coordenadas 7354339 S e 745310 WGR.

Observou-se na área I da Fazenda Borda II que a nota média atribuída às colônias de *C. atlantica* no inverno foi predominantemente 4, sendo que houve algumas regiões onde poderiam ser atribuídas notas 5. No período seguinte (primavera), as regiões onde poderiam ser atribuídas notas 5 foram maiores, e havendo a existência até de regiões com a nota máxima, ou seja, 6 (acima de 400 insetos/planta). Mas também nessa estação observou-se com maior nitidez uma maior variação nos tamanhos das colônias, variando entre as notas 2 (entre 11 e 25 insetos/planta) e 6. Uma variação dessa magnitude também foi encontrada no mapa do outono, mas com zonas muito pequenas com infestações de notas 5 e 6, e havendo a ocorrência de uma pequena zona com árvores sendo infestadas por colônias de nota 1. No verão, houve uma queda do tamanho médio das colônias nas plantas, sendo que a nota predominante foi a 3, havendo a ocorrência de zonas com notas 2 e 4 proporcionalmente iguais. No outono, as áreas com a ocorrência de colônias notas 2 acentuaram-se, mas havendo a ocorrência principalmente de colônias de nota 3. De maneira geral, observou-se que as notas atribuídas às colônias aumentaram com a passagem do inverno para a primavera, mas que a partir de então, iniciou-se um processo de retrocesso no tamanho das colônias. Isso demonstra uma nítida tendência de que com o crescimento das plantas, essas se tornam menos aptas à

colonização por parte desses afídeos, e mesmo numa época do ano em que as condições climáticas se mostram mais favoráveis, como foi o caso do outono, o tamanho médio das colônias era menor que nas estações mais quentes antecessoras à essa.

Na área II da mesma fazenda, o padrão observado aparentou-se bastante com o da área I, onde no inverno e na primavera as árvores seriam infestadas por colônias de tamanho de nota 4. Mas nessa área, aparentemente houve maiores regiões com notas 3 na primavera, apesar de ainda existir regiões com a ocorrência de notas 5. No inverno, as regiões com notas 5 foram menores, mas em compensação as zonas com notas 2 e 3 também foram menores. Percebeu-se que ocorreram partes dessa área onde a população de *C. atlantica* conseguiu se manter por mais tempo, e houve outras zonas em que a população foi mais oscilante. No verão, a predominância é de notas 3, mas havendo uma grande variação de zonas com árvores infestadas por colônias que vão desde a nota 1 até a nota 5. No outono, a área apresentou uma maior homogeneidade quanto ao tamanho das colônias infestantes, com nota 3, apesar de pequenas manchas de notas 4 e 5, além das notas 1 e 2. Apesar de não serem tão significantes, as colônias presentes nas plantas, em pequena proporção foram maiores que na estação anterior, apresentando uma tendência de crescimento para o inverno seguinte.

Encontrou-se correlação espacial em todas as estações estudadas para as quatro áreas avaliadas. Quanto ao alcance da dependência espacial, os valores de uma maneira geral situaram-se entre 4,84 e 7,68 m, sendo que o maior alcance da dependência foi observado na estação do inverno na área II da Fazenda Borda II, com 12,46 m.

Em todas as áreas, o crescimento das árvores parece ser um fator chave que influenciou o tamanho das colônias, ocorrendo sempre uma redução na nota aplicada com o passar do desenvolvimento das plantas, o que pode ser causado pela maior espessura do córtex das plantas e uma maior produção de resina.

A correlação espacial em pequena escala pode afetar a precisão de um programa amostral (DARNELL et al, 1999). Uma das suposições da amostra aleatória é que as amostras sejam independentes, e se há uma correlação espacial entre as amostras, a independência não pode ser assumida.

Em estudos com *D. virgifera virgifera*, Midgarden et al (1993) concluíram que armadilhas adesivas para coleta deste inseto deveriam ser colocadas a pelo menos 30 m de distância para que as amostras fossem independentes, e Darnell et al (1999)

que conduziram estudos que caracterizaram a distribuição espacial dessa espécie com amostragens da planta inteira de milho, determinando as relações espaciais em função da fenologia da planta e das variações de densidade dos besouros, encontraram que havia dependência espacial entre amostras até a 5,3 m. Quando se considerou o estágio fenológico das plantas, esses autores encontraram apenas nos períodos de pico de polinização correlação espacial entre 20 e 30 m, sendo que nos demais não foram detectadas correlações espaciais, e as densidades de besouros entre 0,1 e 5,0 insetos/planta não influenciaram no alcance da dependência espacial verificada. Esses autores observaram uma forte correlação espacial entre amostras a curtas distâncias, sendo que essa correlação diminuía com o aumento da distância em um estudo com *D. barberi* em um plantio milho. Novamente para *D. virgifera virgifera*, Ellsbury et al (1998) determinaram que a estrutura da dependência espacial foi de 550 m em 1995 e de 180 m em 1996, e que para *D. barberi* a estrutura da dependência encontrada foi de 281 m em 1995 e de 172 m em 1996. Ni et al (2003) encontraram para gafanhotos na China que as populações são estruturadas em duas escalas espaciais, sendo uma entre 300 e 1300 m e uma outra entre 13 e 16 Km.

Gleiser, Gorla e Schelotto (2000) estudaram as trocas espaciais e temporais de fêmeas de *Aedes (Ochlerolatus) albifasciatus* (Macquart) (Diptera: Culicidae) utilizando-se de armadilhas luminosas em sete locais ao longo de um transecto de 80 Km. A distribuição espacial da população mostrou ser fortemente influenciada por fatores locais e que a estrutura da dependência espacial foi alcançada até 10 Km, indicando que mudanças na abundância do mosquito em locais distantes a mais de 10 Km não foram correlacionadas espacialmente. Esses autores também testaram a hipótese de que o padrão espacial do mosquito seguiria o padrão espacial das chuvas, e verificaram que em locais distantes a menos de 40 Km os padrões foram relacionados. Zhou et al (2003) utilizaram a análise geoestatística do número de adultos da cigarrinha *Macrostelus quadrilineatus* Forbes (Hemiptera: Cicadellidae) capturados por uma armadilha a vácuo para examinar as diferenças no padrão de dispersão entre duas culturas. A correlação espacial foi encontrada até aproximadamente 200 m para alface, mas para chicória e escarola, a relação espacial dependente foi somente de 35 m. Essas diferenças no padrão espacial sugerem que as cigarrinhas dispersam-se mais lentamente nas plantas de alface, preservando agregações sobre grandes distâncias, e que parecem dispersar mais rapidamente e frequentemente nas culturas menos preferidas, como a

chicória e a escarola. Tobin, Fleischer e Pitts (1999) examinaram a dinâmica temporal e espacial de duas populações de adultos de *Carcinops pumilio* (Coleoptera: Histeridae), um importante predador da mosca doméstica *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), em estrume acumulado de galinhas domésticas, e concluíram que há baixa estrutura espacial local para ambas as populações dessa espécie. Liebhold et al. (1995) compararam a contagem de massa de ovos, pupas e adultos machos da mariposa cigana *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) em parcelas distribuídas aleatoriamente, em Massachusetts (EUA), com mapas do histórico da desfolha, e encontraram que a contagem das massas de ovos exibiram a maior correlação espacial com a desfolha. Eles concluíram que pode ser possível incorporar esse tipo de senso em um modelo regional de desfolha. Ainda para *L. dispar*, Gribko, Liebhold e Hohn (1995), no Estado de Massachusetts, desenvolveram um modelo estatístico que utilizou amostras de massas de ovos estratificadas espacialmente com o objetivo de prever a desfolha causada por esse inseto em uma escala regional. Essas contagens foram usadas para gerar superfícies interpoladas de massas de ovos em grades de 2x2 Km por todo o Estado. A resolução espacial empregada de 2x2 Km foi muito ampla, e assim o modelo desenvolvido não pôde ser aplicado às decisões de supressão, as quais são feitas em “stands” individuais. Entretanto, o modelo desenvolvido pode ser usado para obter estimativas regionais de desfolha que poderão ser usadas para levantamentos mais extensos.

Os resultados de alcance da dependência espacial deste trabalho indicam que árvores amostradas, de uma maneira geral, a menos de 5 m apresentarão correlação espacial e não terão a necessária independência em plantios de *Pinus*. Entretanto, a estação climática do ano influencia nas relações espaciais desses afídeos, e especialmente no inverno, onde a correlação espacial foi maior em duas das áreas estudadas. Considerando-se que avaliações serão realizadas no inverno, deve-se, para se ter segurança na amostragem, avaliar uma árvore a cada 12 m, ou seja, numa área com espaçamento de 2 m entre plantas na linha, deve-se avaliar apenas a cada seis plantas.

A determinação da caracterização da estrutura espacial de *C. atlantica* mostrou-se importante, por potencializar a importância de amostragens desse inseto durante o inverno, pois na área com *P. caribaea* var. *caribaea* e na área II da Fazenda Borda II, o maior alcance da dependência espacial foi encontrada nessa estação climática. Na área com *P. taeda* da Fazenda Sul Brasil, onde novamente o inverno foi a época de maior correlação espacial, e

na área I da Fazenda Borda II as diferenças de alcance da dependência espacial não foram díspares.

Quando se deseja estimar populações em campo, é importante considerar não somente a distância entre as amostras, mas também a época do ano e a idade das árvores. Esses fatores são especialmente importantes quando amostragens considerando a planta inteira são usadas como uma ferramenta de amostragem para que se tomem decisões de manejo (DARNELL et al, 1999).

Iede (2003) constatou uma nítida preferência dos pulgões do gênero *Cinara* por plantas mais jovens, especialmente *C. atlantica*, que se alimenta nas plantas mais jovens ou nas partes jovens de plantas mais velhas. Patti & Fox (1981) verificaram que os pulgões do gênero *Cinara* são mais abundantes nas árvores mais jovens.

Esses dados fornecem discernimentos a respeito da dinâmica da estrutura espacial desse inseto e o potencial relacionado com o meio ambiente. Estudos adicionais deverão ser conduzidos com diferentes padrões de amostragem, escalas de medidas e idade das árvores para determinar padrões espaciais sobre uma maior amplitude de meio ambientes.

5 CONCLUSÕES

- O desenvolvimento ninfal de *C. atlantica* é mais rápido sobre *P. caribaea* var. *hondurensis*; já os parâmetros reprodutivos e longevidade das fêmeas adultas partenogenéticas e o ciclo de vida são semelhantes tanto em *P. taeda* quanto em *P. caribaea* var. *hondurensis*;
- As temperaturas constantes de 18° C e 22° C conferem as melhores condições de desenvolvimento para *C. atlantica* mantida em *P. taeda* e *P. caribaea* var. *hondurensis*, e os insetos mantidos sob 30° C apresentam o pior desempenho biológico; contudo, a taxa de mortalidade de ninfas de *C. atlantica* é maior em *P. caribaea* var. *hondurensis* a 22° C; para o ciclo de vida, a mortalidade foi alta tanto a 18° C quanto a 22° C;
- Populações de *C. atlantica* ocorrem durante todo o ano nas áreas de estudo, com picos populacionais de maior intensidade no inverno e primavera e de menor magnitude no verão;
- A determinação da estrutura etária das populações de *C. atlantica* auxilia na determinação de possíveis picos populacionais e a ocorrência de populações estáveis, em plantios estabelecidos, significa menores possibilidades de picos populacionais;
- *C. atlantica* apresenta caracterização da estrutura espacial variável em função da época do ano, da espécie de planta e da idade do plantio, onde a dependência espacial pode ser de cerca

12 m, e, portanto, recomenda-se que para amostragem desse inseto em plantios estabelecidos de *Pinus* spp. essa distância entre plantas seja respeitada.

A PARTE EM NEGRITO FOI RETIRADA A PEDIDO DO WILCKEN, MAS ESSAS INFORMAÇÕES PODEM SER USADAS POSTERIORMENTE

- *C. atlantica* apresenta caracterização da estrutura espacial variável em função da época do ano, da espécie de planta e da idade do plantio, onde a dependência espacial pode ser de cerca 12 m, e portanto, recomenda-se que para amostragem desse inseto em plantios estabelecidos de *Pinus* spp. essa distância entre plantas seja respeitada, **e os mapas gerados de notas atribuídas às colônias de *C. atlantica* mostraram que nos plantios de *P. taeda* com um ano de idade e de *P. caribaea* var. *caribaea* com dois anos de idade as colônias recebem notas mais altas no inverno e na primavera e que no plantio de *P. taeda* com seis meses de idade as colônias recebem notas maiores com o crescimento das árvores independentemente da estação climática.**

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGARWALA, B. K. Biological notes on pine infesting aphid, *Cinara atrotibialis* (Homoptera: Aphididae). **Entomon**, v. 14, n. 3/4, p. 257-259, 1989. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 3A, 1990-1991. (Abstract 901176760).
- AGARWALA, B. K.; BHATTACHARYA, S. Niche specialization in a pine aphid *Cinara atrotibialis* (Homoptera: Aphididae). **Proceedings of the Indian National Science Academy. Part-B, Biological Sciences**, v. 59, n. 6, p. 537-542, 1993. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 4A, 1993-1994. (Abstract 941104259).
- ASIN, L.; PONS, X. Effect of high temperature on the growth and reproduction of corn aphids (Homoptera: Aphididae) and implications for their population dynamics on the Northeastern Iberian peninsula. **Environmental Entomology**, State College, v. 30, n. 6, p. 1127-1134, Dec. 2001. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/en-v30n6p1127.abs-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.
- BINAZZI, A. Contributions to the knowledge of the conifer aphid fauna. XXV. *Cinara (Cupressobium) mordvilkoii* Pasek new to the fauna of Italy, with description of the alate

viviparous female (Aphididae: Lachninae). **Redia**, Zürich, v. 79, n. 2, p. 137-142, 1996. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 6B, 07/1998-12/1998. (Abstract 19980622).

BINAZZI, A. Further observations on the biology and ecology of the cypress aphid *Cinara* (*Cupressobium*) *cupressi* (Buckton) in Tuscany. I. Lachninae. **Redia**, Zürich, v. 80, n. 0, p. 45-52, 1997. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 7B, 07/1999/12/1999. (Abstract 19990827).

BLACKMAN, R. L., EASTOP, V. F. **Aphids on the world's crops: an identification and information guide**. New York: J. Wiley & Sons, 1984. 466 p.

BLACKMAN, R. L., EASTOP, V. F. **Aphids on the world's trees**. New York: J. Wiley & Sons, 1994. 986 p.

BRADLEY, G. A. Feeding sites of aphids of the genus *Cinara* Curtis (Homoptera: Aphididae) in Northwestern Ontario. **The Canadian Entomologist**, Ontario, v. 91, n. 10, p. 670-671, Oct. 1959.

BRADLEY, G. A. A new species of the genus *Cinara* Curtis (Homoptera: Aphididae) from *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg. **The Canadian Entomologist**, Ontario, v. 92, n. 8, p. 605-608, Aug. 1960.

BRAY, D. F. Life history and control of *Cinara winonkae*. **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 46, n. 1, p. 103-107, Feb. 1953.

CADENAZZI, M.; RIBEIRO, A.; TERZAGHI, A. Muestreo secuencial de *Cinara atlantica* en plantaciones de *Pinus taeda* en rodales del Departamento de Paysandu, Uruguay (estudio preliminar). In: SIMPOSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, 1., 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B.D.; GILBERT, N.; GUTIERREZ, A.P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of aphids and their parasitoids. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 11, p.431-438, 1974.

CHILIMA, C. Z.; LEATHER, S. R. Within-tree seasonal distribution of the pine woolly aphid *Pineus boernerii* on *Pinus kesiya* trees. **Agricultural and Forest Entomology**, London, v. 3, n. 2, p. 139-145, May 2001. Disponível em: <<http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1046/j.1461-9563.2001.00098.x/full/>>. Acesso em: 9 dez. 2003.

CIESLA, W. M. Cypress aphid: a new treat to Africa's forests. **Unasyuva**, Roma, v. 42, n. 4, p. 51-55, 1991. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/u4200E/u4200e09.htm#%20cypress%20%20aphid:%20a%20new%20threat%20to%20africa's%20forests>>. Acesso em: 30 nov. 2003.

CIESLA, W. M. Recent introductions of Forest insects and their effects: a global overview. **FAO Plant Protection Bulletin**, Roma, v. 41, n. 1, p. 3-13, 1993.

COULSON, R. N; WITTER, J. A. Principles of population modification and regulation using artificial and natural agents. In: _____. **Forest entomology: ecology and management**. New York: J. Wiley & Sons, 1984. p. 193-251.

CRANSHAW, W. S. Aphids on shade trees and ornamentals. Fort Collins: Colorado State University, 1999. Disponível em: <<http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/PUBS/INSECT/insect.new/05511.html>>. Acesso em: 18 ago. 2000.

DALTHORP, D.; NYROP, J.; VILLANI, M. Estimation of local mean population densities of japanese beetle grubs (Scarabaeidae: Coleoptera). **Environmental Entomology**, State College, v. 28, n. 2, p. 255-265, Apr. 1999. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/en-v28n2p255.pdf-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

DARNELL, S. J.; MEINKE, L. J.; YOUNG, L. J.; GOTWAY, C. A. Geostatistical investigation of the small-scale spatial variation of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults. **Environmental Entomology**, State College, v. 28, n. 2, p. 266-274, Apr. 1999. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/en-v28n2p266.pdf-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

DAS, B. C.; CHAKRABARTI, S. Two new aphid parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae) from Garhwal range of western Himalaya, India. **Entomon.**, v. 14, n. 3/4, p. 339-343, 1989. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 3A, 1990-1991. (Abstract 901176773).

DREES, B. M. **Aphid management**. College Station: Texas A&M University, 1993. Disponível em: <<http://entowww.tamu.edu/extension/bulletins/uc/uc-031.html>>. Acesso em: 01 jul. 2000.

ELLSBURY, M. M.; WOODSON, W. D.; CLAY, S. A.; MALO, D.; SCHUMACHER, J.; CLAY, D. E.; CARLSON, C. G. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence. **Environmental Entomology**, State College, v. 27, n. 4, p. 910-917, Aug. 1998. Disponível em: <<http://www.entsoc.org/pubs/ee/eetocs/>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS. **Algumas informações sobre a madeira**. São Carlos: EESC/USP, 1999. Disponível em: <<http://www.set.eesc.sc.usp.br/lamem/ueint.htm>>. Acesso em: 13 dez. 2003.

ESKIVISKI, E.; AGOSTINI, J.; TOLOZA, R.; COLL, O. de. Biología y efectos de *Cinara* spp. (Hemiptera: Aphididae) em plantaciones jóvenes de *Pinus* en las provincias de Misiones y Corrientes, Argentina. In: SIMPOSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, 1., 2003, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

FFRENCH-CONSTANT, R. H.; HARRINGTON, R.; DEVONSHIRE, A. L. Effect of repeated applications of insecticides to potatoes on numbers of *Myzus persicae* (Sulzer)

(Hemiptera: Aphididae) and on the frequencies of insecticide-resistant variants. **Crop Protection**, Berks, v. 7, n. 1, p. 55-61, Feb. 1988.

FOX, R. C.; GRIFFITH, K. H. Pine seedling growth loss caused by cinaran aphids in South Carolina. **Journal of the Georgia Entomological Society**, Griffin, v. 12, n. 1, p. 29-34, Jan. 1977.

FURUIE, T.; HAMASAKI, S.; YANO, K. Distribution on trees and seasonal prevalence of *Cinara piniformosana* (Takahashi) (Homoptera: Aphididae). **Bulletin of the Faculty of Agriculture**, Yamaguchi, v. 38, p. 47-63, 1990. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 3A, 1990-1991. (Abstract 911156812).

FURUTA, K. Annual alternating population size of the thuja aphid, *Cinara tujafilina* (Del Guercio), and the impacts of syrphids and disease. **Journal Applied of Entomology**, Berlin, v. 108, n. 6, p. 344-354, July 1988.

GLEISER, R. M.; GORLA, D. E.; SCHELOTTO, G. Population dynamics of *Aedes albifasciatus* (Diptera: Culicidae) South of Mar Chiquita lake, Central Argentina. **Journal of Medical Entomology**, Davis, v. 37, n. 1, p. 21-26, Jan. 2000. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/me-v37n1p21.pdf-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

GRIBKO, L. S.; LIEBHOLD, A. M.; HOHN, M. E. Model to predict gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) defoliation using kriging and logistic regression. **Environmental Entomology**, State College, v. 24, n. 3, p. 529-537, June 1995. Disponível em: <http://www.sandyliebhold.com/pubs/gribko_etal_95.pdf>. Acesso em: 4 Jan. 2004.

IEDE, E. T. **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.** 2003. 171 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas/Entomologia)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

IEDE, E. T.; LAZZARI, S. M. N.; PENTEADO, S. R. C.; CARVALHO, R. C. Z. de; TRENTINI, R. F. Ocorrência de *Cinara pinivora* (Homoptera: Aphididae, Lachninae) em reflorestamentos de *Pinus* spp. no sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 22., 1998, Recife. **Resumos...** Recife: UFPE, 1998. p. 141.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Municípios, Micro e Mesorregiões. **sp.zip**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www2.ibge.gov.br/pub/Cartas_e_Mapas/Cartogramas/Municipios_Micro_e_Mesorregioes/>. Acesso em: 13 jan. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Carta Internacional ao Milionésimo. **G04_SF22.zip**. Brasília, 2003a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jan. 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Carta Internacional ao Milionésimo. **G04_SG22.zip**. Brasília, 2003b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jan. 2004.

KAIRO, M. T. K.; MURPHY, S. T. Temperature and plant nutrient effects on the development, survival and reproduction of *Cinara* sp. nov., an invasive pest of cypress trees in Africa. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wageningen, v. 92, n. 2, p. 147-156, Aug. 1999. Disponível em: <<http://www.blackwell-synergy.com/servlet/useragent?func=synergy&synergyAction=showAbstract&doi=10.1046/j.1570-7458.1999.00534.x>>. Acesso em: 8 dez. 2003.

KENNEDY, J. S.; STROYAN, H. L. G. Biology of aphids. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 4, p. 139-160, Jan. 1959.

KETTNER, B. Die Kiefernrucht: in ihrer Abhängigkeit von der Populationsdynamik der Honigtauerzeuger. **Neue Bienen Zeitung**, v. 3, n. 5, p. 39-43, 1992. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 4A, 1993-1994. (Abstract 930234027).

KFIR, R.; KIRSTEN, F. Seasonal abundance of *Cinara cronartii* (Homoptera: Aphididae) and the effect of an introduced parasite, *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Aphidiidae). **Journal of Economic Entomology**, Riverside, v. 84, n. 1, p. 76-82, Feb. 1991.

KFIR, R.; KIRSTEN, F.; VAN RENSBURG, N. J. *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasite introduced into South Africa for biological control of the black pine aphid, *Cinara cronartii* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, State College, v. 14, n. 5, p. 597-601, Oct. 1985.

KIDD, N. A. C. The population dynamics of the large pine aphid, *Cinara pinea* (Mordv.). I. Simulation of laboratory populations. **Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 32, n. 2, p. 189-208, 1990a. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 3A, 1990-1991. (Abstract 911179874).

KIDD, N. A. C. The population dynamics of the large pine aphid, *Cinara pinea* (Mordv.). II. Simulation of field populations. **Researches on Population Ecology**, Tokyo, v. 32, n. 2, p. 209-226, 1990b. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 3A, 1990-1991. (Abstract 911179875).

KIDD, N. A. C. Does wingloading limit flight potential in aphids? **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 112, n. 1, p. 27-30, 1991a. In: Agris Abstracts on CD-ROM, 1991-1992. (Abstract 91-099150).

KIDD, N. A. C. The large pine aphid on Scots Pine in Britain. In: Berryman, A. A. (Ed.). **Dynamics of forest insect populations: patterns, causes and implications**. New York: Plenum Press, 1991b. p. 111-128.

KIDD, N. A. C.; JARVIS, M. A. Why do conifer lachnid populations seldom produce outbreaks? **Entopath News**, n. 97, p. 4-7, 1991. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 3B, 1992. (Abstract 921165251).

KRONKA, F. J. N. (org.). **Inventário Florestal das áreas reflorestadas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2002. 184 p.

LANDIM, P.M.B. Análise estatística de dados geológicos. In: _____. **Análise espacial de dados regionalizados**. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, 1998. p. 137-218.

LAZZARI, S. M. N.; CARVALHO, R. C. Z. de. Aphids (Homoptera: Aphididae: Lachninae: Cinarini) on *Pinus* spp. and *Cupressus* sp. in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Londrina: Embrapa Soja, 2000. v. 1, p. 493.

LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38, p. 303-327, Jan. 1993.

LIEBHOLD, A. M.; ELKINTON, J. S.; ZHOU, G.; HOHN, M. E.; ROSSI, R. E.; BOETTNER, G. H.; BOETTNER, C. W.; BURNHAM, C.; MCMANUS, M. L. Regional correlation of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) defoliation with counts of egg masses, pupae, and male moths. **Environmental Entomology**, State College, v. 24, n. 2, p. 193-203, Apr. 1995.

LIMA, A. M. da C. **Insetos do Brasil: Homópteros**. 3. ed. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agricultura, 1942.

MADEIRA de pinus para a indústria de móveis, construção civil e decoração. **Revista da Madeira**, Curitiba, ano 13, n. 73, jul. 2003. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/ed73pinus.asp>>. Acesso em: 17 nov. 2003.

MALLEA, R.; MACOLA, S.; GARCIA-SAEZ, G.; LANATI, J. Estudio poblacional de coccinelidos (Coleoptera: Coccinellidae: Coccinellinae), III parte. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, Mendoza, v. 24, n. 1/2, p. 79-93, 1988. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 3A, 1990-1991. (Abstract 911156977).

McCLURE, M. S. Biology, population trends, and damage of *Pineus boernerii* and *P. coloradensis* (Homoptera: Adelgidae) on red pine. **Environmental Entomology**, State College, v. 18, n. 6, p. 1066-1073, Dec. 1989.

MENEZES, M. de. Aspectos da bionomia de afídeos. In: PARRA, J. R. P. **Biologia dos insetos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. p. 318-328.

MESCHELOFF, E.; ROSEN, D. Biosystematic studies on the Aphidiidae of Israel (Hymenoptera: Ichneumonoidea). IV. The genera *Pauesia*, *Diaeretus*, *Aphidius* and *Diaeretiella*. **Israel Journal of Entomology**, Bet Dagan, n. 24, p. 51-91, 1990. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 4A, 1993-1994. (Abstract 941102202).

MIDGARDEN, D. G.; YOUNGMAN, R. R.; FLEISCHER, S. J. Spatial analysis of counts of western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on yellow sticky traps in corn: geostatistics and dispersion indices. **Environmental Entomology**, State College, v. 22, n. 6, p. 1124-1133, Dec. 1993.

MILES, P. W. Specific responses and damage caused by Aphidoidea. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.). **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989. 2C v. p. 49-64.

MILLS, N. J. Biological control of forest aphid pests in Africa. **Bulletin of Entomological Research**, London, v. 80, n. 1, p. 31-36, 1990.

MILNER, R. J. Prospects for biopesticides for aphid control. **Entomophaga**, v. 42, n. 1/2, p. 227-239, 1997.

MUSTAFA, T. M. Reproductive biology and population studies of cypress aphid, *Cinara cupressi* (Buckton), and pine aphid, *Cinara maritimae* (Dafour). **Dirasat**, Amman, v. 14, n. 2, p. 99-105, 1987. In: Agris Abstracts on CD-ROM, 1989-1990. (Abstract 90-097770).

NI, S.; LOCKWOOD, J. A.; WEI, Y.; JIANG, J.; ZHA, Y.; ZHANG, H. spatial clustering of rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in the Qinghai Lake region of northwestern China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 95, n. 1, p. 61-68, Apr. 2003.

Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob= MImg&_imagekey=B6T3Y-4712KSS-4-15&_cdi=4959&_orig=browse&_coverDate=04%2F30%2F2003&_sk=999049998&view=c&wchp=dGLbVlz-zSkWA&_acct=C000049647&_version=1&_userid=972052&md5=5d09aae3fe4ecf17b0f1ccb528dad80&ie=f.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2003.

OETTING, R. D. Identification, biology, and control of aphids and whiteflies on bedding plants and poinsettias. In: PROC. CONF. ON INSECTS AND DISEASE MANAGEMENT ON ORNAMENTALS, 1., 1985, Alexandria. **Annals...** Alexandria: Society of American Florists, 1985. p. 63-66.

OLIVEIRA, N. C. **Efeitos 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)**. 2003. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

- OTTATI, E. L. **Relatório de estágio curricular supervisionado realizado na Klabin - Fabricadora de Papel e Celulose S.A.** 1999. 52 f. Relatório de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1999.
- PATTI, J. H.; FOX, R. C. Seasonal occurrence of *Cinara* spp. and *Essigella pini* Wilson on loblolly pine, *Pinus taeda* L. **Journal of the Georgia Entomological Society**, Griffin, v. 16, n. 1, p. 96-105, Jan. 1981.
- PENTEADO, S. R. C.; TRENTINI, R. de F.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Pulgão do *Pinus*: nova praga florestal. **Série Técnica Ipef**, Piracicaba, v. 13, n. 33, p. 97-104, mar. 2000a.
- PENTEADO, S. R. C.; TRENTINI, R. de F.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Ocorrência, distribuição, danos e controle de pulgões do gênero *Cinara* em *Pinus* spp. no Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 30, n. 1/2, p. 55-64, 2000b.
- PEPPER, J. O.; TISSOT, A. N. **Pine-feeding species of *Cinara* in the Eastern United States (Homoptera: Aphididae)**. Florida Agricultural Experiment Stations Monograph Series. University of Florida: Gainesville, n. 3, 1973. 166 p.
- PEREIRA, J. C. R. Processamento e Análise de Variáveis Qualitativas. In: _____. **Análise de Dados Qualitativos: estratégias metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1999. p. 77-100.
- RIO MORA, A. A. del; VOEGTLIN, D. Algunas observaciones sobre afídeos de importancia forestal em el Campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio", Uruapan, Michoacan. **Ciencia Forestal**, v. 13, n. 64, p. 75-88, 1988.
- ROTHERAY, G. E. Third stage larvae of six species of aphidophagous Syrphidae (Diptera). **Entomologist's Gazette**, Oxfordshire, v. 39, n. 2, p. 153-159, 1988. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 3A, 1990-1991. (Abstract 901150459).

ROVERI, M. T. **Caracterização de danos e estudo anatômico do ápice caulinar de mudas de *Pinus taeda* e *Pinus caribaea hondurensis* atacados pelo pulgão dos pinheiros *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae)**. 2003. 13 f. Relatório de Estágio do Convênio PIBIC/Unesp - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.

SANTOS, A. L. dos; WIKLER, C.; ANDRADE, F. M. Flutuação populacional do pulgão-do-pinus na Manasa Florestal. In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, 1., 2003a, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

SANTOS, A. L. dos; WIKLER, C.; ANDRADE, F. M. Metodologia de amostragem do pulgão-do-pinus. In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, 1., 2003b, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

SANTOS, A. L. dos; WIKLER, C.; ANDRADE, F. M. Nichos ecológicos preferenciais do pulgão-do-pinus em árvores de *Pinus taeda* com idades entre zero e três anos. In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, 1., 2003c, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

SAS System, the. Version 8.2. Cary: SAS Institute, 2001. 6 CD-ROM. Windows 98.

SCHEURER, S. Ein Beitrag zum Vorkommen und zur Biologie einiger *Cinara*-species in den Rhodopen (Bulgarien). **Deutsche Entomologische Zeitschrift**, Berlin, v. 38, n. 4/5, p. 371-378, 1991. In: CAB Abstracts on CD-ROM, v. 4A, 1993-1994. (Abstract 941107294).

SCHOTZKO, D. J.; QUISENBERRY, S. S. Pea leaf weevil (Coleoptera: Curculionidae) spatial distribution in peas. **Environmental Entomology**, State College, v. 28, n. 3, p. 477-484, June 1999. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/en-v28n3p477.pdf-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

SCHVESTER, D. Forest entomology problems in the Mediterranean zone of France. **Bulletin OEPP**, Paris, v. 16, n. 4. p. 603-611, 1986. In: Agris Abstracts on CD-ROM, 1986-1988. (Abstract 87-106286).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Estatísticas**: área plantada com pinus e eucaliptos no Brasil: 2000. São Paulo: 2001. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2003.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Nova praga em florestas de pinus**. Rio de Janeiro, n. 103, set. 2000. Disponível em: <<http://www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-pinus.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2003.

STADLER, B. The effect of plant quality and temperature on the fitness of *Cinara pruinos* (Sternorrhyncha: Lachnidae) on Norway spruce. **European Journal of Entomology**, Ceske Budejovice, v. 95, n. 3, p. 351-358, Sept. 1998. Disponível em: <<http://www.eje.cz/scripts/viewabstract.php?abstract=413&browsevol=95%283%29>>. Acesso em: 30 nov. 2003.

SUASSUNA, J. A cultura do pinus: uma perspectiva e uma preocupação. **Brasil Florestal**, Brasília, ano 8, n. 29, jan./mar. 1977. Disponível em: <www.fundaj.gov.br/docs/text/textrop.html>. Acesso em: 17 nov. 2003.

TANG, Y. Q.; LAPOINTE, S. L.; BROWN, L. G.; HUNTER, W. B. Effects of host plant and temperature on the biology of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, State College, v. 28, n. 5, p. 895-900, Oct. 1999. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/en-v28n5p895.abs-frameset>>. Acesso em: 16 dez. 2003.

THOMPSON, S. The effect of an attack by the aphid *Schizolachnus pineti* Fabricius on the growth of young scots pine trees. **Scottish Forestry**, Edinburgh, v. 31, n. 3, p. 161-164, 1977.

TOBIN, P. C.; FLEISCHER, S. J.; PITTS, C. W. Spatio-temporal dynamics of resident and immigrating populations of *Carcinops pumilio* (Coleoptera: Histeridae) in high-rise poultry facilities. **Journal of Medical Entomology**, Davis, v. 36, n. 5, p. 568-577, Sept. 1999.

Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/me-v36n5p568.pdf-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

TSAI, J. H.; WANG, K. Life table study of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) at different temperatures. **Environmental Entomology**, State College, v. 28, n. 3, p. 412-419, June 1999. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/en-v28n3p412.abs-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

TSAI, J. H.; WANG, K. Effects of host plants on biology and life table parameters of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, State College, v. 30, n. 1, p. 44-50, Feb. 2001. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/en-v30n1p44.abs-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

UNITED STATES. Forest Service. **Insects and Diseases of Trees in the South**. Atlanta: USDA Forest Service - Southern Region, 1989. 2 p. Disponível em: <<http://fhpr8.srs.fs.fed.us/idotis/insects/aphids.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2000.

UNITED STATES. Forest Service. **Forest insect and disease conditions in the Southwestern region, 1997**. Albuquerque: Southwestern Region, 1998. 19 p. Disponível em: <http://www.fs.fed.us/r3/resources/forestry/source_info/foresthealth/FID_97r3.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2000.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. **Pinus**. Piracicaba: ESALQ, 2003. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/gim/gim05.htm>>. Acesso em: 14 dez. 2003.

UNIVERSITY OF GEORGIA. College of Agricultural and Environmental Sciences. **Common insect pests of urban trees**: white pine aphid. Tifton: 2000. Disponível em:

<http://www.bugwood.caes.uga.edu/vermont/white_pine_aphid.html>. Acesso em: 18 ago. 2000.

VOEGTLIN, D. Searching for parasites of *Cinara* on pines in the South Eastern United States. In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, 1., 2003a, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

VOEGTLIN, D. The *Cinara* of North América: host relationships and biology. In: SIMPÓSIO SOBRE *Cinara* spp. EM *Pinus*, 1., 2003b, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1 CD-ROM.

VOEGTLIN, D. J.; DAHLSTEN, D. L. Observations on the biology of *Cinara ponderosae* (Williams) in the Westside Forests of the Sierra Nevada. **Hilgardia**, Oakland, v. 50, n. 5, p. 1-19, Sept. 1982.

WANG, J.; TSAI, J. H. Effect of temperature on the biology of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). **Annals of the Entomological Society of America**, Waimanalo, v. 93, n. 4, p. 874-883, July 2000. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/an-v93n4p874.abs-frameset>>. Acesso em: 16 dez. 2003.

WATSON, G. W.; VOEGTLIN, D. J.; MURPHY, S. T.; FOOTTIT, R. G. Biogeography of the *Cinara cupressi* complex (Hemiptera: Aphididae) on Cupressaceae, with description of a pest species introduced into Africa. **Bulletin of Entomological Research**, Cardiff, v. 89, p. 271-283, 1999. Disponível em: <<http://pest.cabweb.org/PDF/BER/Ber89-3/Ber89271.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2003.

WELLINGS, P. W.; WARD, S. A.; DIXON, A. F. G.; RABBINGE, R. Crop Loss Assessment. In: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Ed.). **Aphids: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989. 2C v. p. 23-47.

WILLIAMS, L. III; SCHOTZKO, D. J.; McCAFFREY, J. P. Geostatistical description of the spatial distribution of *Limonius californicus* (Coleoptera: Elateridae) wireworms in the northwestern United States, with comments on sampling. **Environmental Entomology**, State College, v. 21, n. 6, p. 983-985, Dec. 1992.

WILCKEN, C. F. **Estrutura da comunidade de lepidópteros, coletados com armadilhas, que ocorrem em florestas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.** 1991. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciências/Entomologia)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

XIA, J. Y.; VAN DER WERF, W.; RABBINGE, R. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Wageningen, v. 90, n. 1, p. 25-35, Jan. 1999. Disponível em: <<http://www.blackwell-synergy.com/servlet/useragent?func=synergy&synergyAction=showAbstract&doi=10.1046/j.1570-7458.1999.00420.x>>. Acesso em: 9 dez. 2003.

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

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis.** 3rd edition. New Jersey: Prentice-Hall, 1996. 662 p.

ZHOU, L.; HOY, C. W.; MILLER, S. A.; NAULT, L. R. Marking methods and field experiments to estimate aster leafhopper (*Macrostelus quadrilineatus*) dispersal rates. **Environmental Entomology**, State College, v. 32, n. 5, 1177-1186, Oct. 2003. Disponível em: <<http://esa.edoc.com/server-java/Propub/esa/en-v32n5p1177.pdf-frameset>>. Acesso em: 7 dez. 2003.

ZIMBACK, C. R. L. **Geoestatística**. Botucatu: FCA/Unesp, 2003. 25 p. Disponível em:
<[http://www.fca.unesp.br/departam/reclnat/docentes/Celia/_private/arquivos-pdf/
Apost.%20Geoestatística.pdf](http://www.fca.unesp.br/departam/reclnat/docentes/Celia/_private/arquivos-pdf/Apost.%20Geoestatística.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2003.