

**ELISIANE CASTRO DE QUEIROZ**

**AVALIAÇÃO DA INFESTAÇÃO DE *Cinara atlantica* (Wilson)  
(HEMIPTERA: APHIDIDAE) EM MUDAS DE *Pinus taeda* L.  
(PINACEAE) EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE PLANTIO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sonia M. Noemberg Lazzari

Co-Orientador: Dr. Wilson Reis Filho

**CURITIBA**

**2005**

ELISIANE CASTRO DE QUEIROZ

“AVALIAÇÃO DA INFESTAÇÃO DE *Cinara atlantica* (Wilson) (HEMIPTERA  
APHIDIDAE) EM MUDAS DE *Pinus taeda* L (PINACEAE) EM FUNÇÃO DA  
EPOCA DE PLANTIO ”

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



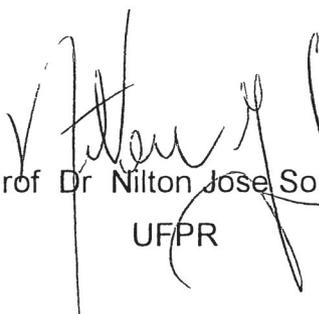
Profa Dra Sonia Maria Noemberg Lazzari (Orientadora)

UFPR



Prof Dr Carlos Frederico Wilcken

FCA/UNESP



Prof Dr Nilton Jose Sousa

UFPR

Curitiba, 25 de julho de 2005

**DEDICO**

**A MEUS AMADOS PAIS, JUSTINO E ADIR**

**A MEUS IRMÃOS, ELIÉZER E ELIANE**

**A MEUS CUNHADOS, LUCIANE E JOCIL**

**AOS MEUS SOBRINHOS, FLÁVIO, LETÍCIA, LARISSA, EMILY, ERIKA**

**À MINHA VOZINHA, FLORIPA**

**À MINHA AMIGA TANIA**

## AGRADECIMENTOS

À Professora Dr.<sup>a</sup> Sonia M. Noemberg Lazzari, pela compreensão, apoio, orientação para que este trabalho fosse realizado e pela excelente professora nas disciplinas ofertadas pelo curso.

Ao pesquisador da Epagri/Embrapa Florestas, Wilson Reis Filho, pela orientação, amizade, paciência, carinho e pelas fotos.

Aos pesquisadores da Embrapa Florestas: Susete do R. C. Penteado, pela participação em todos os momentos do trabalho, desde a instalação, execução, correção, pela amizade e incentivo; Edson Tadeu Iede pela amizade, carinho e ensinamentos; Edilson Batista de Oliveira, pelo incentivo e pela orientação nas análises estatísticas; Renato Dedecek, pela orientação no experimento de casa de vegetação, pela atenção e apoio; Antonio Francisco Bellote, pela escolha da área experimental.

Ao Ivan Jorge da Silva, pelas alegrias, pela força na execução do trabalho, pela amizade e apoio.

À amiga Nadia Caldato pela ajuda na realização do trabalho de campo. À Elaine Marques pelo apoio em várias fases do trabalho. À Stela de Oliveira pela ajuda em algumas fases do trabalho. À Maria Silvia pelas fotos de casa de vegetação. Ao José Aldir pelo apoio na organização dos gráficos para impressão.

Às colegas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Florestas.

Aos amigos que encontrei no curso: Ana Paula Conter Lara, Céuli M. Jorge, Mariza Bortolanza, Joselis, Venicio B. da Silva, José Aldir, Jonny, Crisleide, Fernanda Lazzari, Elaine e à Josiane Cardoso pelas fotos de campo.

A coordenação, professores e secretário do Programa de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade e ensinamentos.

À Embrapa Florestas, pelo uso das instalações e equipamentos.

À Rigesa, pelo financiamento e concessão da área para a pesquisa, ao suporte do Gerson Bridi e, especialmente, ao Edson Brehmer pelo apoio técnico e confecção dos mapas das áreas, ao Márcio Diduch pelo auxílio no campo, à Janaina pela disposição em ajudar.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

Agradeço a Deus pela vida e a cada pessoa que fez esta pesquisa acontecer. À minha família por todo amor, apoio, à minha amiga Tania Bendlin pela amizade, ajuda e amor. Ao Elias Gabriel da Silva, pelo amor, atenção, força. Enfim, rogo a Deus que recompense a todos com muitas bênçãos.

## ÍNDICE

DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Identificação, hospedeiros e distribuição geográfica de <i>C. atlantica</i> .....	2
2.2. Biologia, flutuação e danos de <i>C. atlantica</i> .....	2
2.3. Interações afídeo-planta.....	4
2.4. Manejo integrado de pragas florestais.....	6
3. OBJETIVOS.....	8
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4.1. Caracterização da área experimental.....	9
4.2. Tratamentos e épocas de plantio.....	9
4.3. Avaliação das populações de insetos.....	11
4.3.1. Amostragem de afídeos e inimigos naturais nas plantas.....	11
4.3.2. Captura de insetos com armadilhas.....	11
4.4. Avaliação dos danos de <i>C. atlantica</i> .....	12
4.5. Avaliação do estado nutricional das plantas.....	12
4.6. Efeito da infestação de <i>C. atlantica</i> e do estresse hídrico sobre o desenvolvimento das mudas de <i>P. taeda</i> .....	13
4.7. Dados meteorológicos e de geoprocessamento.....	14
4.8. Formulação de hipóteses.....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5.1. Distribuição de <i>C. atlantica</i> nos estratos da planta.....	15
5.2. Flutuação das populações de <i>C. atlantica</i> nas plantas e nas armadilhas.....	17
5.3. Inimigos naturais de <i>C. atlantica</i> .....	22

<b>5.4. Avaliação do uso de imidacloprid e do manejo das épocas de plantio de <i>P. taeda</i> sobre as infestações de <i>C. atlantica</i> .....</b>	<b>25</b>
<b>5.4.1. Plantio 1 – Fevereiro/2004 .....</b>	<b>25</b>
<b>5.4.2. Plantio 2 – Abril/2004 .....</b>	<b>26</b>
<b>5.4.3. Plantio 3 – Junho/2004 .....</b>	<b>26</b>
<b>5.4.4. Plantio 4 – Agosto/2004 .....</b>	<b>27</b>
<b>5.4.5. Plantio 5 – Outubro/2004 .....</b>	<b>27</b>
<b>5.4.6. Plantio 6 – Dezembro/2004 .....</b>	<b>28</b>
<b>5.5. Intensidade das infestações de <i>C. atlantica</i> nos plantios de <i>P. taeda</i> de acordo com a época de plantio e os tratamentos de proteção de plantas .....</b>	<b>33</b>
<b>5.6. Avaliação de danos de <i>C. atlantica</i> em mudas de <i>P. taeda</i> .....</b>	<b>38</b>
<b>5.7. Infestação das mudas de <i>P. taeda</i> por <i>C. atlantica</i> em função da idade/condição nutricional das plantas .....</b>	<b>41</b>
<b>5.8. Infestação de <i>C. atlantica</i> em mudas de <i>P. taeda</i> sob condições de estresse hídrico em casa de vegetação .....</b>	<b>43</b>
<b>5.9. Danos em mudas de <i>P. taeda</i> infestadas com <i>C. atlantica</i> sob condições de estresse hídrico em casa de vegetação .....</b>	<b>45</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>47</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>48</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>

## RESUMO

O pulgão-gigante-das-coníferas, *Cinara atlantica*, foi registrado nas áreas de plantio de *Pinus* no sul do Brasil a partir de 1998, e vem causando prejuízos consideráveis ao setor florestal. Visando avaliar a infestação e os danos de *C. atlantica* em função de épocas de plantio e de tratamentos com imidacloprid, instalou-se um experimento em Três Barras-SC, compreendendo quatro áreas: a primeira protegida com o inseticida imidacloprid durante todo o período; a segunda sem imidacloprid; a terceira com imidacloprid e gel no ato do plantio e a quarta com imidacloprid apenas no ato do plantio. Cada área foi subdividida em seis talhões, cada um plantado bimestralmente com 70 mudas de *Pinus taeda* em tubete. O monitoramento dos insetos nas áreas foi realizado, quinzenalmente, por amostragem visual das plantas e com armadilhas-amarelas-de-água. Foram avaliados também o efeito na altura e diâmetro do colo das mudas, aos seis e doze meses. A condição nutricional das plantas foi avaliada ao final dos experimentos. As infestações e danos também foram correlacionados com o estresse hídrico das mudas, em casa de vegetação. As colônias de *C. atlantica* estabeleceram-se, preferencialmente, no terço superior das plantas. A espécie desenvolveu-se melhor no inverno, mas o pico mais elevado ocorreu em fevereiro. Foram registrados predadores das famílias Coccinellidae, Syrphidae e Chrysopidae e o parasitóide introduzido *Xenostigmus bifasciatus* (Braconidae), que apresentaram uma distribuição dependente das populações de *C. atlantica*. A infestação de *C. atlantica* foi significativamente maior na área totalmente desprotegida de inseticida, seguida pela área tratada apenas no ato do plantio, contudo o resultado das infestações não se refletiu significativamente nos danos na altura e diâmetro das plantas. Os plantios de fevereiro e abril foram os mais infestados ao longo de todas as estações do ano, sendo que a intensidade das infestações decresceu nos plantios estabelecidos nos bimestres posteriores. Observou-se que as mudas recém-plantadas não eram atrativas para *C. atlantica*, apesar de esta espécie mostrar nítida preferência por plantas jovens ou brotações de plantas mais velhas. Este fato foi devido à condição nutricional deficiente em nitrogênio das mudas com até 30 dias após o plantio. A infestação nas plantas submetidas ao estresse hídrico foi aproximadamente o dobro da infestação registrada nas plantas não estressadas, mas, este fato não se refletiu significativamente nos parâmetros dendrométricos. Os dados obtidos nesta pesquisa são relevantes para programas de manejo integrado usando práticas silviculturais aliadas ao controle biológico, minimizando, assim, as infestações e danos de *C. atlantica* nos plantios de *Pinus* no Brasil.

## ABSTRACT

The giant conifer aphid, *Cinara atlantica*, has been registered in areas of *Pinus* in southern Brazil since 1998, and has caused considerable damages to forestry. In order to evaluate the infestation and damages of *C. atlantica* in function of the plantation date and chemical treatment with imidacloprid, an experiment was established in Três Barras, in the state of Santa Catarina, Brazil. The treatments consisted of four areas: the first one protected with imidacloprid during all the period; the second without insecticide; the third with imidacloprid and gel during planting; and the fourth with imidacloprid during planting. Each area was subdivided in six blocks, each one planted every other month with 70 seedlings of *Pinus taeda* in a tubet. Insect monitoring in the areas was done every 15 days, using visual plant sampling and with yellow pan traps. The damages to the height and diameter were evaluated at planting time and at the 6<sup>th</sup> and the 12<sup>th</sup> month. The nutritional condition of the plants was verified at the end of the period. The infestation and damages were also correlated with the water stress of the plants in the greenhouse. The populations of *C. atlantica* established themselves preferentially on the upper third of the *Pinus* plants. The species presented better development in the winter, however, the highest population peak was recorded in February. Predators of the families Coccinellidae, Syrphidae and Chrysopidae and the introduced parasitoid *Xenostigmus bifasciatus* (Braconidae) were registered associated to the aphid populations, being density-dependent. The infestation of *C. atlantica* was significantly higher in the unprotected area and in the area treated only at planting with imidacloprid than in the other areas. However, the result of the infestations was not significantly reflected in the damages of height and diameter of the plants. The plants established in February and April were infested throughout the seasons, and the intensity of the infestations decreased on the plants established in the later planting dates. It was observed that the new seedlings were not attractive to *C. atlantica*, although this species shows a clear preference for young plants or shootings of older plants. This fact was due to the poor nitrogen nutritional condition of the 30 days seedlings. The infestation on the stressed plants was approximately the double of the infestation registered in the non stressed plants, but, this fact was not reflected significantly in the dendrometric parameters. The data obtained in this research are very relevant for integrated pest management programs using silvicultural strategies associated to biological control, therefore, reducing infestation and damages of *C. atlantica* on *Pinus* areas in Brazil.

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo de *Pinus* (Pinaceae) tem-se expandido no Brasil, representando aproximadamente 2,2 milhões de ha, principalmente nas regiões sul e sudeste (TOMASELLI & TUOTO 2002). A produção destina-se para madeira serrada (48%), celulose e papel (29%), painéis reconstituídos, compensados e outros (23%), aliviando a pressão sobre as matas nativas.

Em 1988, foi introduzida, acidentalmente, no Brasil a vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Siricidae), originária da Europa ameaçando os plantios de *Pinus* no Brasil. Porém, devido à ação integrada entre empresas florestais e órgãos públicos, com a implantação do Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira, com ênfase no monitoramento e controle biológico e silvicultural do inseto, os impactos foram minimizados. Posteriormente, foram registradas as espécies de afídeos (Hemiptera: Aphididae): *Cinara pinivora* (Wilson, 1919) (IEDE *et al.* 1998) e *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (LAZZARI & ZONTA-DE-CARVALHO 2000), respectivamente, em 1996 e em 1998, causando prejuízos consideráveis ao cultivo do *Pinus*. Esses afídeos são originários dos Estados Unidos e Canadá, onde se encontram amplamente distribuídos, sem contudo se constituírem em pragas significativas nessas regiões.

Para o manejo adequado das espécies de *Cinara*, há necessidade de uma série de informações sobre as interações inseto-planta, afídeo-inimigo natural, efeito da condição nutricional da planta, de fatores abióticos e de práticas silviculturais sobre as populações desses afídeos. A obtenção desses dados é o objetivo desta pesquisa, enfocando na espécie *C. atlântica*, que tem predominado nas áreas de cultivo de *Pinus taeda* (Linnaeus, 1753) no sul do Brasil. Foram avaliadas a distribuição das colônias de *C. atlantica* na planta, sua ocorrência e flutuação sazonal, bem como a ocorrência de parasitóides e predadores. A seguir foram testadas estratégias para o manejo da praga: a influência da época de plantio das mudas e a proteção com inseticida sobre as populações de *C. atlantica*, visando minimizar o ataque. A informação foi complementada com a avaliação dos danos em função dos tratamentos, a influência do estado nutricional das plantas e do estresse hídrico sobre as populações. Para cada experimento foi proposta uma hipótese científica a fim de direcionar a pesquisa e a análise dos dados.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Identificação, hospedeiros e distribuição geográfica de *C. atlantica*

O gênero *Cinara* (Hemiptera: Aphididae: Lachninae) inclui diversas espécies conhecidas como pulgões-gigantes-das-coníferas (CIESLA 1991). De acordo com EASTOP (1972), há cerca de 200 espécies descritas de *Cinara*, com aproximadamente 150 na América do Norte, 20 no Japão e Ásia, e 30 européias ou de origem mediterrânea. Todas as espécies alimentam-se nos ramos, brotos e ocasionalmente raízes de coníferas das famílias Cupressaceae e Pinaceae (CIESLA 1991).

A espécie *C. atlantica* distribuiu-se no leste e sudeste dos Estados Unidos e no Canadá; ocorre também na Jamaica e Cuba (BLACKMAN & EASTOP 1994). Na América do Sul, está presente na Argentina, Brasil e Uruguai. No Brasil, ocorre nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais e São Paulo (PENTEADO *et al.* 2000).

Os hospedeiros de *C. atlantica* no Brasil são as espécies *Pinus taeda* (Linnaeus, 1753), *Pinus elliottii* (Engelmann, 1880), *Pinus patula* (Schlectendahl & Chamisso, 1831) e espécies de *Pinus tropicalis* (PENTEADO *et al.* 2000). VOEGTLIN & BRIDGES (1988) citam como hospedeiros as espécies de *Pinus*: *P. clausa* (Chapman & Engelmann) Sargent, 1884, *P. echinata* (Miller, 1768), *P. elliottii*, *P. glabra* (Walter, 1788), *P. pungens* (Lambert, 1805), *P. resinosa* (Aiton, 1789), *P. rigida* (Miller, 1768), *P. serotina* (Michaux, 1803), *P. strobus* (Linnaeus, 1753), *P. sylvestris* (Linnaeus, 1753), *P. taeda* e *P. virginiana* (Miller, 1768).

Nos Estados do Sul, quase todos os plantios de *Pinus* são das espécies *P. taeda* e *P. elliottii* var. *elliottii*; outras espécies são plantadas em menor escala ou em fase de experimentação. A espécie *P. taeda* apresenta maior crescimento e produtividade de madeira, no sul e sudeste, em solos bem drenados, mesmo em locais sujeitos à ocorrência de geadas, desde que não haja déficit hídrico (Anônimo, 2002).

### 2.2. Biologia, flutuação populacional e danos de *C. atlantica*

Esses afídeos possuem várias gerações ao ano. Em clima temperado, as colônias são constituídas por fêmeas partenogenéticas na primavera e verão; produzem fêmeas ovíparas e machos no outono e passam o inverno no estágio de ovo sob as acículas ou na casca (CIESLA 1991). No Brasil e em regiões de clima tropical, a reprodução é por partenogênese telítica, durante todo o ano.

IEDE (2003) realizou monitoramento com armadilhas amarelas de água e amostragem visual em 20 plantas de *P. taeda* e obteve os picos populacionais de *Cinara* spp. no outono

(abril e maio) e na primavera (setembro e outubro), nas regiões de Arapoti, Sengés; PR e Rio Negrinho; SC. LAZZARI *et al.* (2004), em levantamentos das populações de *Cinara* spp. em plantios de *P. elliottii*, com armadilhas-amarelas-de-água, no município de Lages, SC, observaram picos em julho e dezembro. KFIR & KIRSTEN (1991) verificaram que as colônias de *C. atlantica* em *P. patula*, no sul da África, apresentam o pico populacional no início de julho, decrescendo a partir de agosto, mas com a densidade e flutuação populacional variando de um ano para outro. OTTATI (2004), em levantamento da flutuação populacional de *C. atlantica* em *P. taeda* e *P. caribea*, nos municípios de Buri e Nova Campina, SP, encontrou picos populacionais com maior intensidade no inverno e primavera e de menor magnitude no verão.

Os adultos e ninfas de *Cinara* sugam a seiva da planta, causando dessecação do tecido e, em altas populações, provocam secamento dos ramos e morte da árvore, especialmente das jovens. Como dano secundário, há o desenvolvimento de fumagina sobre a secreção açucarada dos afídeos, interferindo nas trocas gasosas e na fotossíntese da planta (FURNISS & CAROLIN 1977; KFIR *et al.* 1985; MILLS 1990; IEDE 2003). PENTEADO *et al.* (2000b) observaram que as formigas associadas às colônias de *C. atlantica* realizam a limpeza dos ramos, e sem elas, a colônia fica envolta por múltiplas gotículas do *honeydew*, o que dificulta o desenvolvimento e locomoção dos pulgões.

As árvores infestadas por *C. pinivora* podem apresentar os seguintes sintomas: clorose, deformação e queda prematura das acículas; redução no desenvolvimento da planta; entortamento do fuste e superbrotção devido à destruição do broto apical (PENTEADO *et al.* 2000a). Segundo IEDE (2003), as árvores de *Pinus* infestadas por *C. atlantica* apresentam várias brotações e, às vezes, o broto terminal torna-se descolorido, ou seja, ocorre uma clorose progressiva nestas partes, tornando-se marrom-avermelhadas, podendo levar o broto à morte; o afilamento do caule, causado principalmente pela concentração e alimentação das colônias em uma face ou lado do ramo, também pode ser um dano atribuído ao pulgão-gigante-das-coníferas.

O crescimento em altura e diâmetro de mudas de *P. taeda* com um e dois anos sofrem uma redução significativa quando as mesmas são atacadas por *Cinara* spp. (FOX & GRIFFITHS 1977). IEDE (2003), comparando plantios jovens de *P. taeda* infestados por *C. atlantica*, registrou, em Rio Negrinho; SC, uma perda no diâmetro de 13,7% e na altura de 17,4%, porém em Arapoti; PR não houve diferença significativa nesses parâmetros. Em experimentos realizados em casa de vegetação, mudas de *P. taeda* com 90 dias, infestadas artificialmente com até 50 espécimes de *C. atlantica*, apresentaram uma redução de 24,5% na altura e 7,8%

no diâmetro, quando se comparando com a testemunha sem infestação; já, nas mudas com 150 dias a redução foi de 26,2% na altura (ZALESKI 2003).

### 2.3. Interações afídeo-planta

A intensidade das infestações de afídeos pode variar de acordo com a idade, a parte atacada e a condição nutricional da planta e fatores climáticos da região, entre outros.

De acordo com DIXON (1971) e KIDD (1977), citados por KIDD (1985), o crescimento, sobrevivência e fecundidade ótimos dos afídeos ocorrem, geralmente, nas partes jovens da planta ou em plantas jovens, enquanto que, em partes mais velhas ocorre o oposto. Embora a concentração de nitrogênio na seiva do floema seja geralmente muito baixa (MITTLER 1958; DIXON 1970), citados por KIDD (1985) é conhecida que essa quantidade muda nas folhas e nos brotos conforme esses crescem e maturam. Árvores crescendo ativamente na primavera ou senescendo no outono contêm relativamente alta concentração de nitrogênio no floema, enquanto que, no verão, quando o crescimento cessa, o nitrogênio é baixo (DIXON 1970). Mudanças sazonais na concentração de nitrogênio têm sido detectadas em brotações de *Pinus* e podem estar relacionadas com mudanças no desenvolvimento e mortalidade de *Cinara pinea* (Mordvilko, 1895) (KIDD 1985).

KENNEDY (1958) menciona que os afídeos polípagos selecionam sua planta hospedeira mais pelo desenvolvimento fisiológico destas do que pelo seu grupo botânico. Assim, as folhas em crescimento e as senescentes mostram-se mais suscetíveis, ao ataque dos afídeos do que as folhas maduras. A hipótese para explicar tais efeitos é que a nutrição oferecida por esses dois tipos de folhas é especialmente rica em compostos orgânicos nitrogenados solúveis e de alto valor nutritivo. Estes compostos formam-se especialmente nas partes em crescimento (com diferentes nuances entre as folhas muito jovens), e no período de senescência, quando os protídeos dissociam-se em aminoácidos.

A condição nutricional da planta é outro fator que pode afetar a capacidade de suporte da planta com relação a populações de insetos. Os afídeos alimentam-se da seiva elaborada da planta que é constituída de 10 a 25% de matéria seca, representada por 90% ou mais de açúcar, principalmente sacarose (glicose + frutose), e baixas concentrações (menos de 1%) de aminoácidos e outros compostos nitrogenados (RAVEN 1996). Os afídeos tendem a preferir as plantas nutricionalmente favoráveis que disponibilizem, particularmente, aminoácidos livres.

Os carboidratos encontram-se presentes nas folhas das plantas como açúcares solúveis (glicose, frutose, sacarose); as proteínas constituem mais de 70% do nitrogênio encontrado nas folhas. A reprodução e o desenvolvimento de formas aladas de algumas espécies de

afídeos são reduzidos quando o hospedeiro possui baixos níveis de açúcares solúveis (DADD & MITTLER 1965).

Segundo VAN EMDEN (1966), a reprodução dos afídeos aumenta com a elevação do teor de nitrogênio solúvel no floema, como conseqüência do uso de adubos nitrogenados. Deficiência de água nas plantas provoca uma hidrólise das proteínas nas folhas e, conseqüentemente, um enriquecimento em nitrogênio solúvel, que acarreta num aumento das populações de pulgões (WEARING & VAN EMDEN 1967).

As plantas ficam mais suscetíveis ao ataque de insetos herbívoros porque a síntese de proteínas é reduzida, aumentando os aminoácidos nos tecidos (WHITE 1969, 1970, 1974, 1976, 1978, 1984 e MATTSON & HAACK 1987a, b, citados por PRICE 1991). RHOADES (1979) complementou a hipótese notando que plantas estressadas sintetizam poucas defesas químicas e que este fato, associado à questão nutricional, torna a planta um hospedeiro atrativo a insetos herbívoros. LARSSON (1989) complementa que o estresse induz mudanças na qualidade da planta e aumenta a performance do inseto. Por serem insetos sugadores de seiva elaborada, os afídeos encontram nas plantas estressadas um aumento na concentração de nitrogênio solúvel, influenciando no crescimento, fecundidade e fertilidade e sobrevivência (ALSTAD *et al.* 1982; BRODBECK & STRONG 1987).

A maioria das plantas reduz seu potencial osmótico durante a seca para acumular componentes como íons inorgânicos, aminoácidos, açúcares, açúcar alcoólico, e ácidos orgânicos (KRAMER 1983; MATTSON & HAACK 1987). O nutriente mineral do solo é alterado durante a seca porque a temperatura do solo aumenta, a água do solo diminui, o movimento de íons e o crescimento da raiz são reduzidos (KRAMER 1983). Vários minerais (cálcio, cloro, potássio, magnésio, nitrogênio, sódio) podem acumular-se em níveis mais altos que o normal nos tecidos das plantas estressadas pela seca. Embora o nitrogênio solúvel geralmente aumente durante este período, o efeito sobre o total de nitrogênio no tecido depende do estresse. Durante um estresse hídrico de suave para moderado, por exemplo, a concentração total de nitrogênio declina nas raízes e nos tecidos mais velhos, mas aumenta nos mais jovens. Assim, plantas estressadas pela seca podem ser mais adequadas para o desenvolvimento dos insetos porque os nutrientes da planta são mais concentrados e melhor balanceados (KRAMER 1983; MATTSON & HAACK 1987). No entanto, em alguns casos, o crescimento e a sobrevivência de insetos declinam severamente sobre plantas estressadas, provavelmente devido a temperaturas supra-ótimas, aumentando a pressão ou a viscosidade da seiva.

A influência do clima no aumento das populações de pulgões foi demonstrada por WELLINGTON (1954 a, b), GREENBANK (1956), STARK (1959), MORRIS (1964), PRICE (1984);

MARTINAT (1986) e MATTSON & HAACK (1987b), citados por PRICE (1991), sendo que o aumento da temperatura e os períodos secos são, geralmente, favoráveis. Afídeos do gênero *Cinara* podem mudar seu local de alimentação dentro da copa da árvore à medida que a estação de crescimento da planta progride (SCHELS 1959; SCHEUVER 1964; STARY 1976; CARTER & MASLEN 1982, citados por LARSSON 1985).

#### 2.4. Manejo integrado de pragas florestais

O manejo integrado de pragas (MIP) inclui métodos ecologicamente corretos e economicamente viáveis, como o controle biológico, controle silvicultural, genético, mecânico e ainda o controle químico, desde que este seja utilizado de forma racional. Para o desenvolvimento de um programa de MIP, diferentes táticas devem ser estabelecidas para direcionar as decisões sobre as medidas mais adequadas de controle, como:

✓ Monitoramento: Como a cor é um dos estímulos que influencia a seleção do hospedeiro pelos afídeos (VAN EMDEN *et al.* 1969), a detecção de épocas de infestação dos afídeos tem sido monitorada com armadilhas-amarelas-de-água, tipo Möericke (1951).

✓ Controle silvicultural: Proporciona um equilíbrio ecológico do ecossistema florestal, a partir de tratamentos silviculturais, tais como, limpeza, espaçamento, adubação, época de plantio, seleção de mudas, entre outros.

✓ Resistência de plantas: Uma planta resistente possui a propriedade de evitar, tolerar ou recuperar os danos causados por populações de insetos praga. Essas plantas devem ser selecionadas e clonadas para utilização nos plantios.

✓ Controle químico: Entre os produtos disponíveis no mercado para uso no controle de afídeos, a molécula imidacloprid, pertencente ao grupo químico dos neonicotinóides é uma delas. Além do imidacloprid, outras moléculas como nitenpyram, acetamiprid, thiacloprid, thiamethoxam, são considerados princípios ativos deste grupo inseticida, os quais, devido à sua excelente atividade sistêmica são utilizados para o controle de insetos sugadores (TOMIZAWA & CASIDA 2003).

Para testar a eficiência da molécula imidacloprid no controle de *Cinara* spp., em Santa Catarina, FARIA (2004) utilizou mudas de raiz nua de *P. taeda* tratadas pela rega com o inseticida, no viveiro, e mudas com o sistema radicular com uma solução de gel condicionador de solo e imidacloprid diluído, logo após a extração das mudas nos canteiros. O primeiro tratamento protegeu as plantas contra o ataque do pulgão por 40 dias e o segundo por 80 dias. O gel condicionador de solo é um polímero recomendado como retentor de água e outros ingredientes ativos, liberando-os aos poucos.

✓ Controle biológico: Os inimigos naturais, generalistas ou especialistas, podem reduzir populações de afídeos drasticamente. Entre esses agentes de controle estão os Syrphidae, Chrysopidae, Coccinellidae, Carabidae, aranhas, himenópteros parasitóides e fungos entomopatogênicos (KIDD & JERVIS 1995). A diversidade e abundância de inimigos naturais variam com as espécies de plantas, regime de manejo e estação do ano (KARLEY *et al.* 2004), mas geralmente o número tende a aumentar e alcançar um máximo quando a população de afídeos atinge seu pico (MACKAUER & WAY 1976).

Os parasitóides têm um grande potencial para o controle biológico de afídeos (MILLS 1990). Visando controlar as espécies de *Cinara* que atacam *Pinus* spp. no Brasil, a Embrapa Florestas, o Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, o Funcema (Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira), a Epagri e a Universidade de Illinois, estão desenvolvendo um projeto conjunto de controle biológico clássico. A partir de 2001, o parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Ashmead, 1891) (Hymenoptera: Braconidae), proveniente do sudeste dos Estados Unidos, foi introduzido e liberado no sul do Brasil.

Além dos predadores presentes no ecossistema florestal e dos parasitóides liberados, existem fungos entomopatogênicos que se desenvolvem naturalmente no ambiente quando encontram condições favoráveis. *Lecanicillium* sp. (Zimmerman) (Moniliaceae) foi observado infectando colônias de *Cinara* spp. no Brasil, no ano de 2000 (PENTEADO *et al.* 2001).

### 3. OBJETIVOS

Visando contribuir para o conhecimento de aspectos da bioecologia de *C. atlantica* e avaliar estratégias para o manejo da espécie, foi proposta esta pesquisa, cujos objetivos específicos foram:

1. Determinar a distribuição das colônias de *C. atlantica* de acordo com o estrato das mudas de *P. taeda*;
2. Verificar a ocorrência e flutuação das populações de *C. atlantica* em plantios de *P. taeda*;
3. Verificar a ocorrência e flutuação de inimigos naturais associados às populações de *C. atlantica*;
4. Avaliar o efeito de tratamentos com inseticidas e das épocas de plantio de *P. taeda* sobre as populações de *C. atlantica*;
5. Avaliar os danos de *C. atlantica* em mudas de *P. taeda* de acordo com a época de plantio e em áreas tratadas e não tratadas com inseticida;
6. Correlacionar o estado nutricional das mudas de *P. taeda* com a idade da planta e as infestações de *C. atlantica*;
7. Avaliar a infestação e os danos de *C. atlantica* em condições de estresse hídrico, em casa de vegetação.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Caracterização da área experimental

Os experimentos de campo foram desenvolvidos no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, na Fazenda do Bugre, da Empresa Rigesa Westvaco, no município de Três Barras, na região do Planalto Norte Catarinense, no estado de Santa Catarina, sob coordenadas geográficas de 26°07'41" de latitude Sul e 50°19'30" de longitude Oeste.

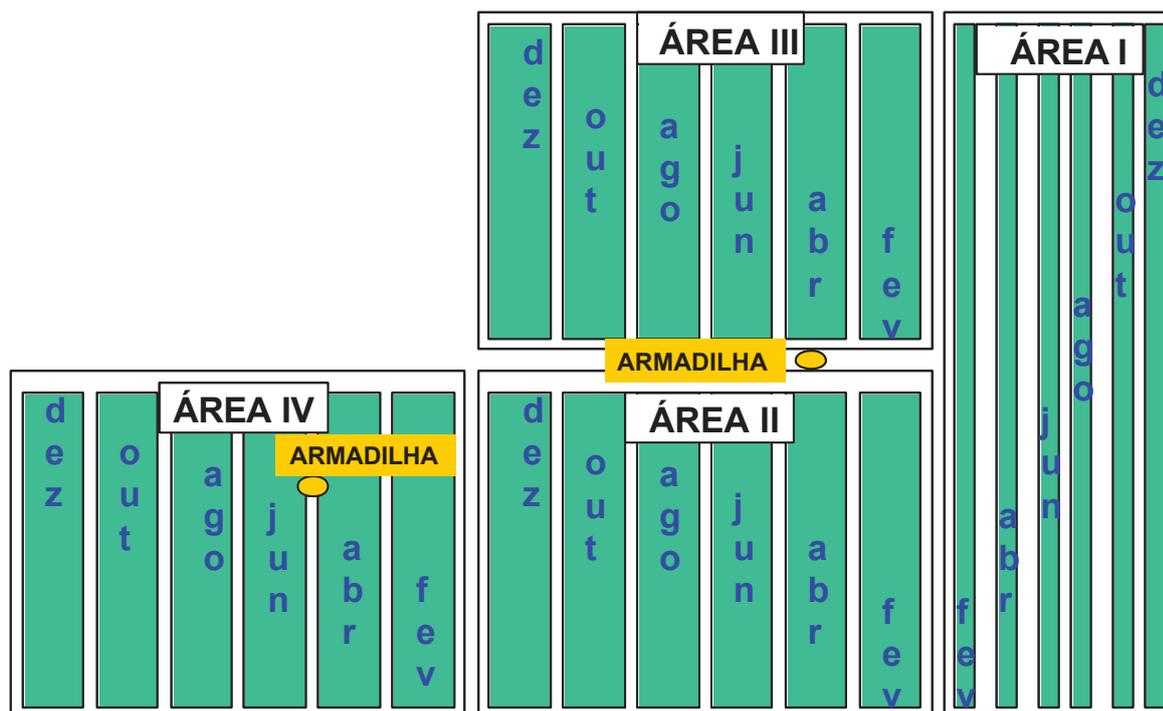
As mudas foram produzidas em tubete, de maneira escalonada, permanecendo no viveiro da empresa até a época determinada para sua transferência para o campo, a cada dois meses, sempre com a mesma idade.

### 4.2. Tratamentos e épocas de plantio

A área experimental foi subdividida em quatro áreas de 2625 m<sup>2</sup> cada, que correspondiam a quatro tratamentos referentes à proteção com inseticida (Figura 1):

- Área I: protegida durante todo o período do experimento com imidacloprid (Formulação de 700 grãos dispersos em água; 0,315 g de ingrediente ativo por litro) através de rega no colo da planta, a cada 30 dias;
- Área II: desprotegida, sem aplicação de imidacloprid (testemunha);
- Área III: protegida no ato do plantio com imidacloprid diluído em uma solução de gel condicionador (1 g/L) no sistema radicular das plantas;
- Área IV: protegida somente durante o ato do plantio com imidacloprid em rega no colo da planta.

Cada área foi subdividida em seis talhões e em cada um foram plantadas bimestralmente, 70 mudas de *P. taeda* nos meses de fevereiro (plantio 1), abril (plantio 2), junho (plantio 3), agosto (plantio 4), outubro (plantio 5) e dezembro (plantio 6), com espaçamento 2,5 m X 2,5 m. Na área I, a disposição das 70 plantas foi em uma única linha, enquanto que nas demais foi em duas linhas de 35 plantas (Figura 1), sendo que cada planta amostrada era considerada uma repetição.



**Figura 1.** Croqui da área experimental de *Pinus taeda*: Área I (com imidacloprid durante todo o período), Área II (sem imidacloprid), Área III (com imidacloprid e gel no ato do plantio); Área IV (com imidacloprid em rega no ato do plantio), e posição das armadilhas amarelas-de-água; fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC.

### 4.3. Avaliação das populações de insetos

#### 4.3.1. Amostragem de afídeos e inimigos naturais nas plantas

A metodologia utilizada foi a amostragem visual, realizada quinzenalmente. O dimensionamento da amostra foi definido pela realização de um teste piloto, com todas as plantas do primeiro tratamento implantado. Foi definido como erro tolerável (E) o total de dois insetos. Assim, utilizando-se a expressão do intervalo de confiança,  $E = t \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$ , onde,  $t$  é o valor de tabela do Teste  $t$  de Student,  $s$  é o desvio padrão e  $n$  o tamanho da amostra.

Obteve-se como o tamanho ideal da amostra 20 plantas por tratamento, admitindo-se um erro máximo de dois insetos por amostra. As plantas eram sorteadas a cada amostragem e os três estratos (terço superior, médio e inferior) eram avaliados, sendo feita a contagem de todos os afídeos (alados, ápteros e ninfas) presentes em cada estrato da planta.

Os inimigos naturais dos afídeos presentes nas árvores de *P. taeda* eram observados quinzenalmente, procedendo-se à anotação do estágio de desenvolvimento e identificando a família ou levando-os para o laboratório para identificação, quando necessário. Os afídeos parasitados (múmias), abertos e fechados, eram contados e, quando o parasitóide já havia emergido, a múmia vazia era retirada da planta; os adultos do parasitóide também eram contabilizados. Foram analisados apenas os dados coletados na área sem aplicação de imidacloprid e nas armadilhas para a presença dos agentes de controle biológico.

Os dados foram registrados em planilhas do programa Excel para cada área, época de plantio e data da amostragem e representados graficamente. Para analisar a preferência dos afídeos pelos estratos da planta, foi considerada apenas a área sem aplicação de imidacloprid, aplicando-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os dados das épocas de plantio realizou-se uma análise de regressão. Foram confeccionados mapas digitalizados para evidenciar a intensidade das infestações de *C. atlantica* nas diferentes áreas/épocas de plantio.

#### 4.3.2. Captura de insetos com armadilhas

Para o monitoramento de *C. atlantica* também foram utilizadas duas armadilhas amarelas-de-água, tipo Möericke, confeccionadas com uma bandeja de alumínio retangular, pintada interiormente com tinta automotiva cor amarelo ouro e as laterais externas de marrom, para evitar o reflexo do metal. As armadilhas foram colocadas em suportes de madeira a 1,30 m do solo, e as bandejas preenchidas com uma solução de 2,5 L de água e algumas gotas de

detergente e formol, o primeiro para quebrar a tensão superficial da água e o segundo para a conservação dos insetos coletados.

As armadilhas foram instaladas em novembro de 2003 entre as áreas II e III e na área IV (Figura 1). Quinzenalmente, os insetos capturados nas armadilhas eram retirados e transferidos para frascos com etanol a 70%. Em laboratório, os insetos eram triados; os afídeos do gênero *Cinara* eram contados e os seus inimigos naturais identificados. Afídeos de outros gêneros não foram identificados apenas separados e contabilizados.

#### **4.4. Avaliação dos danos de *C. atlantica***

No ato do plantio, todas as árvores de *P. taeda* de todas as parcelas tiveram a altura medida com uma trena de 3 m; o diâmetro de colo foi medido com paquímetro marca Mitutoyo de 30 cm. Aos seis e doze meses, as plantas foram novamente medidas para avaliar o efeito das populações dos afídeos nesses parâmetros dendrométricos em cada área tratada e em cada época de plantio.

#### **4.5. Avaliação do estado nutricional das plantas**

Para explicar a ausência de *C. atlantica* quando as mudas de *P. taeda* eram recém-plantadas (pois até o quinto plantio foi constatado a não preferência pelos afídeos nestas condições), em dezembro de 2004, quando foi realizado o último plantio na área II, realizou-se o plantio de mais uma linha com 60 plantas. Após 15 dias, 15 plantas desta área foram arrancadas ao acaso e colocadas em sacos plásticos para a análise nutricional. Este procedimento repetiu-se por mais três vezes, totalizando quatro amostragens durante dois meses.

No laboratório, as amostras de acículas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 70-75°C até peso constante. Após a secagem foi feita a moagem do material foliar em moinho Willey com peneira de 20 "mesh". Em seguida, o material foi encaminhado ao Laboratório da Embrapa Florestas em Colombo-PR para a análise foliar pelo método sugerido por SARRUGE & HAAG (1974). As amostras foram digeridas por via úmida, empregando-se a digestão nitro-perclórica. Os teores de P foram determinados colorimetricamente pelo método de Vanado-Molibdato de Amônia, e os teores de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu por espectrometria de absorção atômica. Os teores de N foram determinados pelo método Semi-Micro-Kjeldahl.

#### **4.6. Efeito da infestação de *C. atlantica* e do estresse hídrico sobre o desenvolvimento das mudas de *P. taeda***

Este experimento foi realizado em casa de vegetação na Embrapa Florestas, Colombo; PR, a fim de avaliar o efeito das condições hídricas sobre as infestações de *C. atlantica*. Foram selecionadas 120 mudas de *P. taeda* da mesma progênie utilizada no experimento de campo, as quais foram plantadas em 28/09/2004, em garrafas plásticas transparentes, tipo pet, cortadas abaixo do gargalo, com solo proveniente de Três Barras; SC (latossolo vermelho escuro), não sendo realizada adubação.

Para a determinação da quantidade de água nas mudas, as garrafas foram pesadas sem e com terra seca e depois com a planta. Com base na densidade do solo em cada garrafa foi calculada a quantidade de água necessária para atingir o ponto de saturação; as plantas eram pesadas em balança de precisão (Figura 2), duas vezes por semana, para completar a água. Após o estabelecimento das mudas, iniciou-se o estresse hídrico. Para as 60 plantas não estressadas a quantidade de água foi ajustada para 671 ml/garrafa, ficando com o peso final de 2006 g (60% da capacidade de campo). Para o tratamento com estresse, a quantidade de água foi reduzida para que o peso final atingisse 1648 g (30% da capacidade de campo).

Dentro da casa de vegetação, as plantas foram dispostas no piso com um sistema de irrigação por gotejamento nos finais de semana. Posteriormente, as plantas foram colocadas em quatro gaiolas de *voil* (1,90 m de altura por 0,90 m de largura e 1,90 m de comprimento, Figura 2). Na gaiola 1 ficaram as plantas sem estresse hídrico e sem insetos; na gaiola 2 as plantas estressadas e sem insetos; na gaiola 3 as estressadas e com insetos, na gaiola 4 as sem estresse e com insetos. As plantas foram infestadas com 10 ninfas de 3º e 4º instar em cada planta. A altura e o diâmetro de todas as plantas foram medidos. Uma vez por semana, os afídeos foram contados, as mudas pesadas e era acrescentada a água correspondente ao tratamento. Após seis meses, foi feita a medição de altura e diâmetro de todas as plantas.

Foram retiradas seis plantas de cada gaiola para análise nutricional, com exceção da gaiola com as plantas estressadas e com insetos, da qual se usou 12 plantas para garantir a precisão dos dados. Foi utilizada a planta inteira, eliminando as raízes, seguindo-se os mesmos procedimentos do item 3.5.



**Figura 2.** Balança para peso das mudas de *P. taeda*, gaiolas onde permaneceram para o experimento com estresse hídrico.

#### **4.7. Dados meteorológicos e de geoprocessamento**

Os dados de temperatura e pluviosidade dos experimentos de campo foram obtidos da estação meteorológica da Rigesa, localizada na Sede Florestal da Rigesa, a 14 km da área experimental.

Os dados de temperatura e umidade do ar da casa de vegetação foram obtidos com um termohigrômetro digital e anotados no momento das avaliações.

A área experimental foi geoprocessada com escala cartográfica da Rigesa e as áreas foram plotadas dentro do mapa para as avaliações da intensidade das infestações de *C. atlantica*. A partir do número de *C. atlantica* obtido na amostragem visual de cinco plantas, as colônias foram distribuídas de acordo com o tamanho da população em quatro notas e cores: sendo nota zero para população nula (cor verde); nota 1 entre 1 e 10 afídeos (cor azul claro); nota 2, de 11 a 20 insetos (cor amarela); nota 3 entre 21 e 40 afídeos (cor azul escuro) e nota 4 para colônias com mais que 41 insetos (cor vermelha). Essas notas foram estabelecidas tomando-se por base o tamanho das colônias presentes nas mudas durante as amostragens; as cinco classes formadas sugeriam, visualmente, a intensidade da infestação.

#### **4.8. Formulação de hipóteses**

Para cada experimento foram estabelecidas hipóteses científicas visando direcionar a pesquisa para atingir os objetivos propostos, conforme indicado na apresentação dos resultados de cada experimento.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Distribuição de *C. atlantica* nos estratos da planta

H<sub>0</sub>: As populações de *C. atlantica* colonizam, preferencialmente, um determinado estrato da planta.

H<sub>1</sub>: Esses afídeos não apresentam preferência por um estrato específico da planta.

As colônias de *C. atlantica* apresentaram-se, ao longo das estações do ano, distribuídas, preferencialmente, no estrato superior das mudas, com exceção do início do inverno (Figura 3, Anexo 1), quando se verificou que aproximadamente 41% da população concentravam-se no estrato inferior, seguida por quase 36% no superior. Mas, no final do inverno, aproximadamente 80% dos afídeos estavam distribuídos na porção superior, onde permaneceram nos meses subseqüentes. No final do verão, foi registrado o maior pico de ocorrência de *C. atlantica* nas plantas, com as colônias distribuídas preferencialmente nos estratos superior (49%) e médio (39%). Mesmo após o declínio da população, no outono, os afídeos mantiveram-se preferencialmente na porção mais apical das plantas.

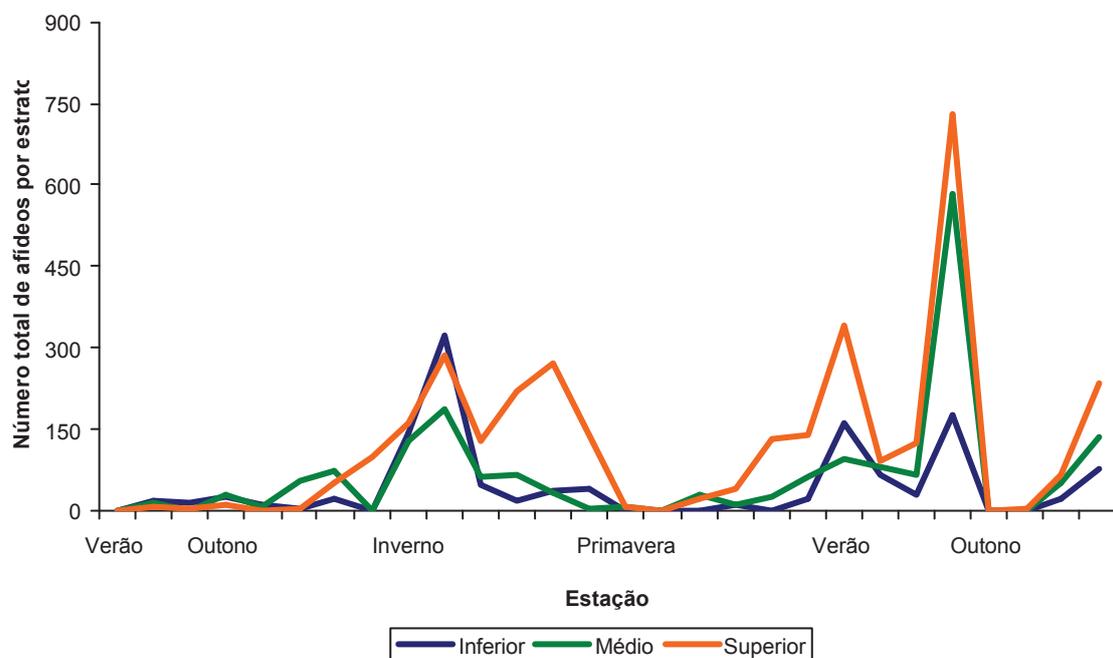
IEDE (2003) avaliou a distribuição desta mesma espécie sobre *P. taeda*, com cinco meses de idade, em Rio Negrinho-SC, mas não detectou diferença significativa nos três estratos. Em outro local, Arapoti-PR, no mesmo período, a presença de *C. atlantica* foi maior no estrato inferior, contrário ao observado nesta pesquisa.

A preferência desta espécie de afídeo por plantas jovens e partes apicais de plantas mais velhas é mencionada por LARSSON (1985). Nos brotos em crescimento há uma maior concentração de nutrientes, o que influenciaria na preferência dos afídeos por essas partes das plantas (KIDD 1985).

LARSSON (1985), em experimentos com *Cinara pini* (Linnaeus, 1758) em *P. sylvestris* de 18 anos, na Suécia, observou que no início do verão, os afídeos colonizavam a metade superior da copa das árvores; na metade da estação localizavam-se no terço baixo da copa e no final do verão retornavam para o terço superior. Este padrão de distribuição deve-se, provavelmente, às condições climáticas do local, onde o verão é a estação de crescimento das plantas, com temperaturas muitas vezes bastante elevadas.

Os resultados do teste de Tukey confirmaram que a distribuição das colônias de *C. atlantica* dá-se preferencialmente no estrato superior das mudas de *P. taeda* com idade entre 15 dias e 16 meses após o replantio. Já entre o estrato médio e inferior a diferença não foi

significativa (Tabela 1). Desta forma, aceita-se a hipótese  $H_0$ , revelando a preferência de colonização por um estrato definido. O conhecimento da distribuição espacial deste inseto na planta é importante para direcionar as amostragens, tornando o processo de monitoramento mais eficiente e menos dispendioso.



**Figura 3.** Número total de *Cinara atlantica* (alada, áptera e ninfa) por estrato, em 20 plantas de *Pinus taeda* amostradas quinzenalmente, agrupado por estação do ano: Verão (26/02-19/03/04); Outono (02/04-18/06/04); Inverno (01/07-21/09/04); Primavera (07/10-21/12/04); Verão (07/01-02/03/05); Outono (29/03-31/05/05), Três Barras-SC

**Tabela 1.** Número médio e erro padrão da média de ninfas e adultos de *Cinara atlantica* amostrada por estrato nas plantas de *Pinus taeda* no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, em Três Barras-SC.

Estrato da planta	Número médio de afídeos* $\pm$ Erro padrão
Superior	114,5 a $\pm$ 28,75
Médio	62,4 b $\pm$ 20,51
Inferior	60,5 b $\pm$ 21,02

\*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

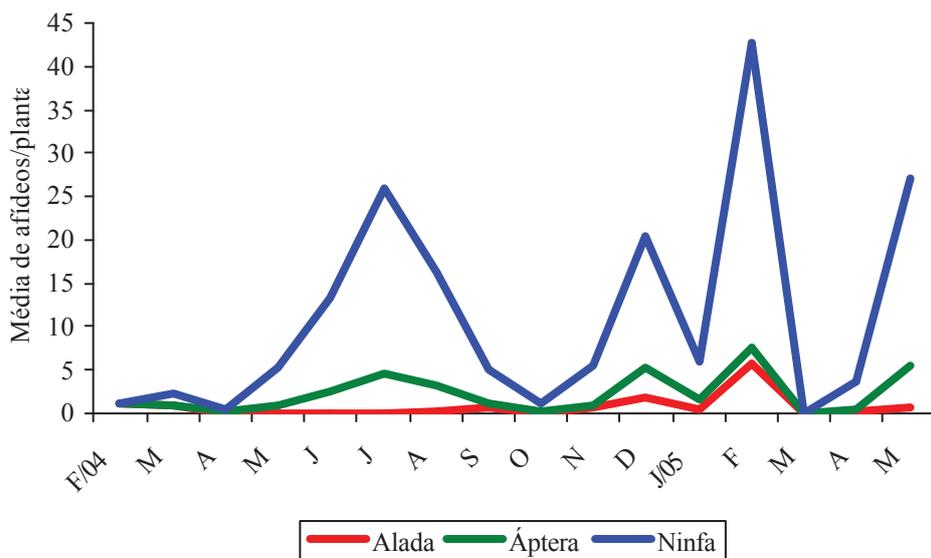
## 5.2. Flutuação das populações de *C. atlantica* nas plantas e nas armadilhas

H<sub>0</sub>: A ocorrência e flutuação das populações de *C. atlantica* seguem um padrão bem definido, com o maior pico no inverno.

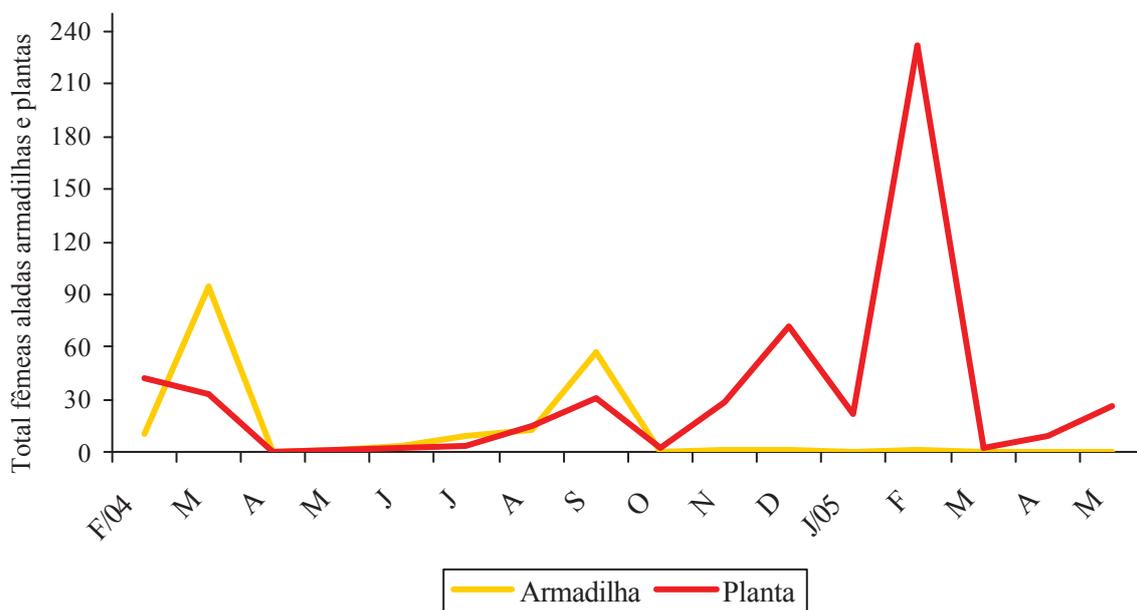
H<sub>1</sub>: A flutuação de *C. atlantica* nas plantas apresenta um padrão diferente.

Esses dados foram obtidos apenas na área sem aplicação de imidacloprid, e mesmo assim o número de insetos foi bastante baixo, comparado com outros levantamentos anteriores da espécie em diversas áreas (Iede, 2003; Ottati, 2004; Faria, 2004). As colônias de *C. atlantica* começaram a se estabelecer nas árvores a partir de maio, em meados do outono, apresentando o maior pico desta fase em julho, no auge do inverno (Figura 4, Anexo 2). Neste período outono/inverno, as populações apresentavam-se distribuídas de maneira uniforme na área de plantio, com a maioria das árvores apresentando colônias com fêmeas partenogenéticas ápteras (17,7%) e muitas ninfas agrupadas em sua volta (81%) e raras fêmeas partenogenéticas aladas. Posteriormente, a população decresceu lentamente até setembro e outubro. A partir de novembro, a população começou novamente a aumentar, apresentando um pico em dezembro, decrescendo em janeiro e voltando com o acme em fevereiro, para então decrescer e manter-se mais baixa até o início do outono (Figura 4). No período dos picos de verão, a distribuição das colônias era mais agregada, com algumas árvores com muitos insetos e outras sem qualquer afídeo. Neste período, de dezembro a fevereiro, a proporção de ninfas foi de aproximadamente 80%, para 12% de fêmeas aladas e o restante de fêmeas ápteras.

A ocorrência das fêmeas aladas de *C. atlantica* nas plantas de *P. taeda* e nas armadilhas-amarelas-de-água demonstra que quando a população de formas aladas crescia na planta, o mesmo ocorria com relação à sua captura nas armadilhas. Apesar de serem detectadas nas plantas em grande número nos meses de dezembro e fevereiro, a captura de espécimes aladas de *Cinara* spp. nas armadilhas foi insignificante neste período (Figura 5, Anexo 2). A maior proporção de formas aladas parece coincidir com o aumento da densidade populacional nas plantas no verão. Este processo ocorre para promover a dispersão da espécie para áreas com plantas em melhor condição nutricional (ROBERT 1987).



**Figura 4.** Número médio de fêmeas aladas, ápteras e ninfas de *Cinara atlantica* por planta de *Pinus taeda*, no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC.



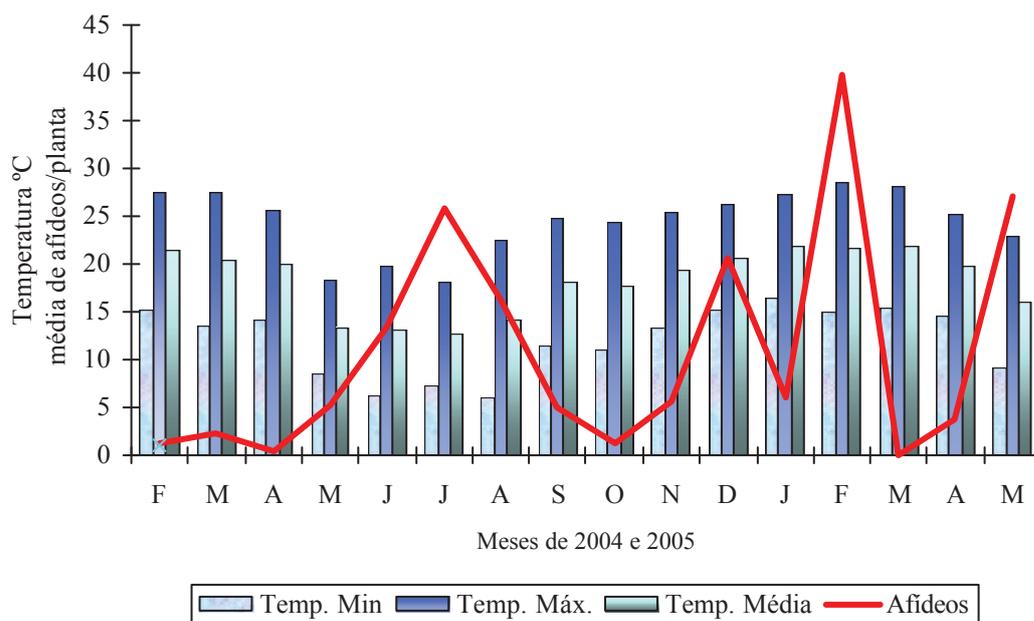
**Figura 5.** Número total de fêmeas aladas de *Cinara atlantica* em duas armadilhas-amarelas-de-água e de fêmeas aladas em 20 plantas de *Pinus taeda*, no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC.

Analisando a Figura 6 e Anexo 2, constata-se que no pico populacional de *C. atlantica* em julho, a média da temperatura mínima foi 7,3°C e da máxima 18°C, menores do ano. Estes dados corroboram com IEDE (2003) que constatou picos de *C. atlantica* iniciando em abril, atingindo o máximo no final de julho, em Rio Negrinho, SC, quando a temperatura também era a mais baixa do ano. Este mesmo autor constatou picos esporádicos em períodos mais quentes. Também, LAZZARI *et al.* (2004) observaram o maior pico de fêmeas aladas de *C. pinivora* em armadilhas amarelas, em dezembro, em Lages, SC, fugindo do padrão esperado, uma vez que esta espécie tem demonstrado uma nítida preferência por áreas e épocas mais frias.

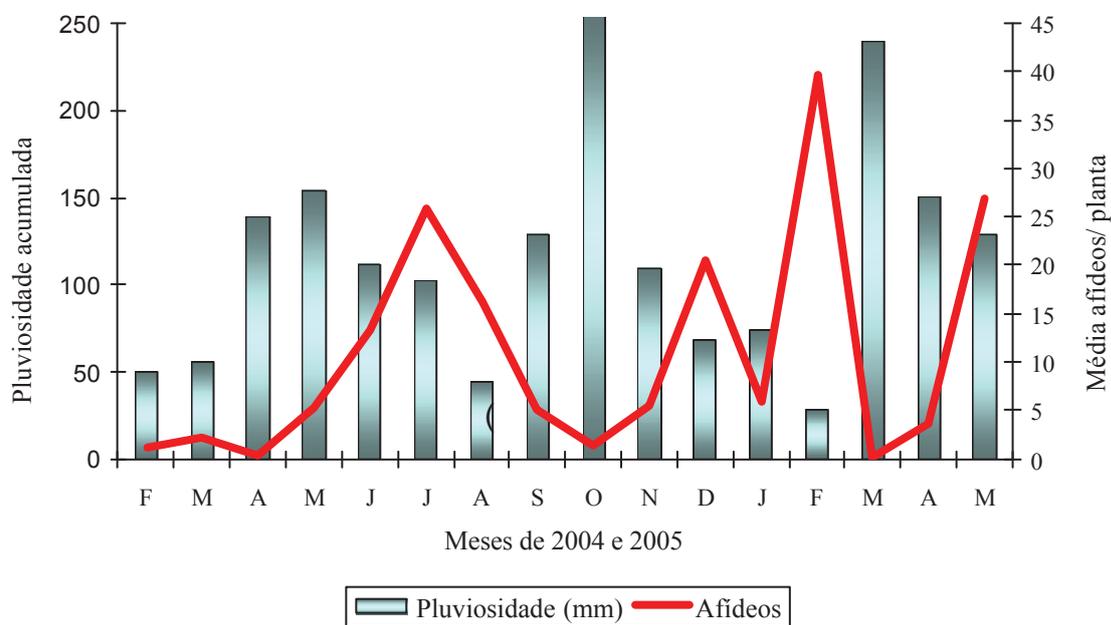
Nos meses de outubro/2004 e março/2005, as populações do afídeo foram as mais baixas de todo o período amostrado, coincidindo com uma pluviosidade alta, 257,3 e 239,5 mm, respectivamente (Figura 7), fato também evidenciado pela análise de correlação (Tabela 2). Observou-se uma correlação negativa, significativa ao nível de 0,06%, com o número de afídeos ou seja quanto mais chuva, menor a população do inseto.

Para os picos elevados de dezembro e fevereiro, quando as temperaturas estavam altas e, supostamente, não ideais para *C. atlantica*, pode-se considerar que o estado nutricional das plantas condicionado pelo período seco (pluviosidade de 67,8 mm em dezembro e 27,7 mm em fevereiro) favoreceu o aumento da população na área (Figura 7), sendo que a análise de correlação (Tabela 2) não foi significativa para a temperatura.

Com base nos resultados, rejeita-se, parcialmente, a hipótese  $H_0$  de que o maior pico populacional de *C. atlantica* na região sul do Brasil é em julho. Apesar da população desenvolver-se melhor no inverno, outros picos, até maiores que o de julho, podem ser registrados, condicionados por diversos outros fatores além da temperatura. A flutuação seguiu um padrão cíclico bimodal com um pico alto e prolongado no inverno e um mais curto, porém elevado no verão, concordando com IEDE (2003) e LAZZARI *et al.* (2004).



**Figura 6.** Temperatura mínima, média e máxima (valores médios do mês) e número médio de *Cinara atlantica* por planta, no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC.



**Figura 7.** Precipitação acumulada do mês e número médio de *Cinara atlantica* por planta, Três Barras-SC.

**Tabela 2.** Análise de correlação entre afídeos, temperatura e pluviosidade.

	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Temperatura média	Pluviosidade
Afídeos	-0,26	-0,18	-0,23	-0,47
Nível de significância	0,34	0,50	0,40	0,06

### 5.3. Inimigos naturais de *C. atlantica*

H<sub>0</sub>: Há um complexo de inimigos naturais associados às populações de *C. atlantica* em mudas de *P. taeda*.

H<sub>1</sub>: Essa associação não pode ser evidenciada.

Durante as amostragens nas plantas observou-se a presença de predadores da família Coccinellidae, Syrphidae e Chrysopidae, sendo que estas também foram registradas associadas às colônias de *Cinara* spp. em *Pinus taeda* em outras regiões do Paraná e Santa Catarina (IEDE 2003).

Dentre os Coccinellidae foram identificadas as espécies: *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842, *Scymnus (Pullus) sp.*, *Olla v-nigrum* (Germar, 1824), *Eriopsis connexa* (Germar, 1824), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773).

Este é o primeiro registro de *H. axyridis* em Santa Catarina. Esta espécie de coccinélido teve seu primeiro registro no Brasil em 2002, predando *C. atlantica*, *C. pinivora* e outras espécies de afídeos no Paraná (Almeida & Silva 2002).

Diferente do que vinha ocorrendo em pesquisas anteriores com relação ao parasitismo das espécies de *Cinara*, que era totalmente inexistente, nesta pesquisa foi registrado o parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Ashmead, 1891) (Hymenoptera: Braconidae). Esta espécie exótica de microhimenoptero foi liberada nas áreas de plantio de *Pinus* a partir de 2001, introduzida em um programa de controle biológico clássico.

Em estudos sobre o controle biológico de *Cinara cronartii* (Tissot & Pepper, 1967) com o parasitóide *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae), KFIR *et al.* (1985) verificaram que o pico da população de afídeos parasitados (múmias) ocorria logo após o pico da população de afídeos, indicando que *Pauesia* sp. responde ao aumento na população de afídeos para aumentar o próprio número e, conseqüentemente, reduz a população de seu hospedeiro. Esses dados corroboram com os resultados deste trabalho, apesar deste evento não ocorrer durante todo o período.

Analisando a Figura 8 e Anexo 3, verifica-se que no início as populações, tanto dos afídeos quanto dos inimigos naturais, foram baixas, porém, quando a população de *C. atlantica* começou a subir em maio, esta foi acompanhada por um aumento dos parasitóides. Em junho, os predadores também começaram a aparecer e igualaram-se ao número de parasitóides. Em julho, os afídeos alcançaram a média de 25,9 indivíduos por planta e, em

seguida, em agosto, os parasitóides atingiram seu pico máximo com 21 insetos, e a população de *C. atlantica* começou a declinar. Em setembro e novembro elevaram-se os números dos predadores e começou o declínio dos parasitóides. Em fevereiro, quando ocorreu o pico máximo dos afídeos, as populações de predadores e parasitóides também acompanharam este crescimento. A análise de correlação apresentou significância de 0,08% para o parasitóide e de 0,50 % para os predadores.

FURUTA (1988), em estudos realizados com *Cinara tujaefilina* (Del Guercio, 1909) em Tóquio, em mudas de tuia, verificou que as larvas de sirfídeo exercem um impacto sobre a população desses afídeos, justamente nos picos populacionais, evidenciando serem dependentes da densidade do hospedeiro.

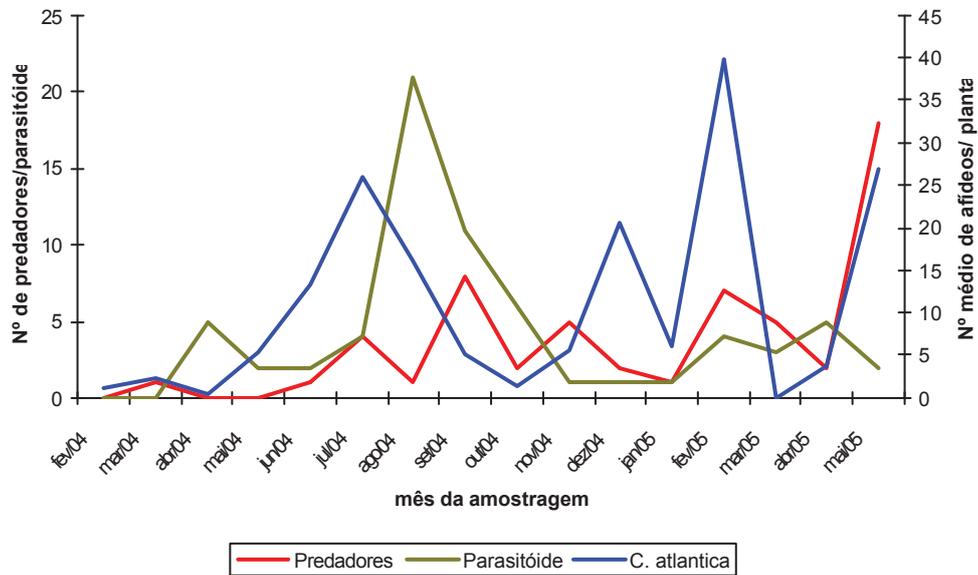
Nas coletas com as armadilhas-amarelas-de-água apareceram os mesmos inimigos naturais, mas com baixa frequência; o parasitóide só foi coletado no dia 04 de agosto de 2004. Isto se deve basicamente ao fato deste tipo de armadilha ser seletiva para os afídeos, mas não ser atrativa para os inimigos naturais.

A ocorrência de fumagina, *Capnodium* sp. (Capnodiaceae), nas plantas foi pouco intensa e esteve restrita aos meses de julho e agosto. A presença da fumagina é resultado das infestações pelos afídeos, pois esse fungo saprofítico desenvolve-se sobre o “honeydew” eliminado pelos afídeos. Como as infestações pelos pulgões não foram muito elevadas na área, o fato refletiu-se em pouca produção de “honeydew” e de fumagina.

A presença do fungo entomopatogênico *Lecanicillium lecanii* (Moniliaceae) foi restrita aos meses de julho, agosto, com uma epizootia pouco acentuada. Provavelmente isso está relacionado a condição microclimática para o desenvolvimento do fungo e sua permanência no campo, em razão da idade e arquitetura das plantas, que não ofereciam as condições ideais.

Com relação à presença de formigas associadas às colônias de *C. atlantica*, registrou-se uma média de 23% da ocorrência dessa associação durante todo o período amostral. Há possibilidades de que, em função do horário da amostragem (das 9:00 às 12:00 hs), o registro das formigas tenha sido restrito apenas às espécies de comportamento diurno. As formigas podem proporcionar proteção contra os inimigos naturais (WAY 1963; FOWLER & MACGARVIN 1985) ou limpeza das colônias (NIXON 1951) ao alimentar-se do “honeydew”, citados por STADLER *et al.* (2002).

Frente a todas as considerações anteriores, aceita-se  $H_0$ , pois diversas espécies de agentes de controle biológico aparecem associadas às colônias de *C. atlantica*. Estudos adicionais são necessários para avaliar seu impacto sobre as populações da praga.



**Figura 8.** Número total de predadores e do parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* relacionados com o número médio de *Cinara atlantica* por planta, fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC.

#### **5.4. Avaliação do uso de imidacloprid e do manejo das épocas de plantio de *P. taeda* sobre as infestações de *C. atlantica***

H<sub>0</sub>: Há diferença na infestação de *C. atlantica* entre as áreas tratadas e não tratadas com imidacloprid e entre os tratamentos referentes às épocas do plantio de *P. taeda*.

H<sub>1</sub>: Não há diferença entre as áreas tratadas e não tratadas com imidacloprid e nem entre os tratamentos referentes às épocas do plantio.

Na **área I**, protegida com imidacloprid durante todo o período, independente da época de plantio, a ocorrência de *C. atlantica* nas plantas foi praticamente nula, comprovando a eficiência do inseticida para o controle do pulgão.

Os resultados obtidos nos demais tratamentos são apresentados a seguir, destacando o fato de que as infestações de *C. atlantica* na área experimental, no período avaliado, foram comparativamente mais reduzidas do que aquelas constatadas em outras pesquisas com esta espécie, em áreas de plantio de *Pinus* (Iede 2003; Ottati 2004; Faria 2004).

##### **5.4.1. Plantio 1 - Fevereiro/2004**

**Área II (sem inseticida):** Foi estabelecido num período de poucas chuvas (50 mm), quando as populações de *C. atlantica*, em função do estresse hídrico, começaram a colonizar as plantas. As colônias estabeleceram-se no outono (março, abril, maio) com picos mais elevados no inverno (junho, julho e agosto) e queda da população no início da primavera, novamente houve um estabelecimento das colônias em novembro, dezembro e um surto da população *C. atlantica* em fevereiro. O plantio 1 representou 45,6% da infestação por *C. atlantica* para a área II (Figura 9, Tabela 3).

**Área III (com imidacloprid e gel no ato do plantio):** Nos primeiros seis meses o plantio de fevereiro representou 8,9% das infestações de *C. atlantica* para a área III, devido à proteção que o inseticida aderido ao gel conferiu às plantas, mas nos seis meses seguintes a infestação subiu para 44%, flutuação esta similar à das áreas II e IV. Em fevereiro, durante o maior pico populacional de *C. atlantica* foi esta área que concentrou o maior número de insetos (Figura 9, Tabela 3).

**Área IV (com imidacloprid em rega no ato do plantio):** Nesta área, verificou-se uma baixa população de *C. atlantica* nos primeiros 60 dias, mas, após este período e até 180 dias, a

flutuação seguiu o mesmo padrão da área II, mas com um número menor de insetos, depois, até completar um ano, as populações flutuaram suavemente. O plantio 1 representou 38,4% da infestação por *C. atlantica* para a área IV (Figura 9, Tabela 3).

#### **5.4.2. Plantio 2 - Abril/2004**

**Área II:** O plantio de abril não sofreu ataque no primeiro mês nesta área sem inseticida, provavelmente, em função da idade da planta que não era atrativa devido à sua condição nutricional. No inverno, porém, a área não escapou do pico da infestação dos afídeos e continuou sendo atacada até o final das amostragens. Este plantio foi o mais infestado, depois do plantio de fevereiro, representando 33,5% da infestação nesta área II (Figura 9, Tabela 3).

**Área III:** A infestação do plantio 2, até setembro, representou 22% para a área III, com imidacloprid e gel no ato do plantio. Após este período, a infestação nesta área e época de plantio representou 30,6%, sendo a flutuação de *C. atlantica* semelhante às duas outras áreas (Figura 9, Tabela 3).

**Área IV:** A infestação por *C. atlantica* iniciou em junho nesta área com imidacloprid em rega no ato do plantio, e continuou crescendo até outubro quando praticamente desapareceu, mas, a partir de novembro, começou a subir novamente. O plantio 2 representou 41,6% da infestação por *C. atlantica* para a área IV (Figura 9, Tabela 3).

#### **5.4.3. Plantio 3 - Junho/2004**

**Área II:** Obteve-se uma baixa infestação, característica dos primeiros 30 dias e depois seguindo a mesma flutuação dos plantios 1 e 2, porém com um número menor de afídeos. O plantio 3 representou 12,8% da infestação por *C. atlantica* para a área II (Figura 9, Tabela 3).

**Área III:** Nos meses de junho, julho e agosto, a infestação por *C. atlantica* foi quase nula e manteve-se baixa até 180 dias após o plantio devido ao tratamento com imidacloprid e gel, representando apenas 10% da infestação; nos seis meses seguintes, a infestação por *C. atlantica* subiu para 25,3% neste plantio nesta área (Figura 9, Tabela 3).

**Área IV:** Nesta área, o plantio de junho praticamente não foi infestado, escapou do pico de inverno de *C. atlantica*, provavelmente por ainda estar sob a proteção do inseticida aplicado no ato do plantio; até 180 dias manteve-se com baixa população somando em todo esse

período apenas 55 afídeos, nos meses seguintes elevou-se a população de insetos, mas foi o menos infestado quando comparado com os plantios 1 e 2, em função da idade da planta. O plantio 3 representou 12,6% da infestação por *C. atlantica* nesta área (Figura 9, Tabela 3).

#### **5.4.4. Plantio 4 - Agosto/2004**

**Área II:** O plantio de agosto, já no primeiro mês após o plantio tinha 107 afídeos, provavelmente devido à coincidência da data de plantio com o pico populacional de inverno e a falta de proteção de inseticida. Este plantio representou 9,3% da infestação por *C. atlantica* nesta área (Figura 9, Tabela 3).

**Área III:** Sob a ação do imidacloprid com gel, a população de *C. atlantica* manteve-se praticamente nula até que, a partir dos 150 dias, começou a infestação, que representou 13,3% nesta área plantada em agosto (Figura 9, Tabela 3).

**Área IV:** A população de afídeos manteve-se baixa até janeiro, mas acompanhou o surto de *C. atlantica* em fevereiro superando o número de afídeos das outras áreas para este plantio. O plantio 4 representou 7,9% da infestação por *C. atlantica* nesta área com inseticida em rega no plantio (Figura 9, Tabela 3).

#### **5.4.5. Plantio 5 - Outubro/2004**

**Área II:** Em função da idade da planta, a infestação só começou a elevar-se a partir dos 120 dias, apesar de não ser protegida com imidacloprid. Este plantio representou 7,2% da infestação por *C. atlantica* na área II (Figura 9, Tabela 3).

**Área III:** O tratamento conferiu proteção por 120 dias, apesar da infestação ter sido baixa, mas ainda assim, foi a época de plantio com maior infestação neste tratamento com imidacloprid e gel, representando 43,5% para esta área (Figura 9, Tabela 3).

**Área IV:** A colonização iniciou-se em dezembro e permaneceu até fevereiro, houve uma queda em março e voltou a subir em maio. O plantio 5 representou 7,7% da infestação por *C. atlantica* nesta área (Figura 9, Tabela 3).

#### 5.4.6. Plantio 6 - Dezembro/2004

**Área II:** Mesmo com a baixa população de *C. atlantica* em função da idade, a flutuação acompanhou os picos de fevereiro e maio. O plantio 6 representou 3,7% da infestação por *C. atlantica* nesta área desprotegida da ação de imidacloprid (Figura 9, Tabela 3).

**Área III:** Como as amostragens terminaram em maio, até este período as infestações foram praticamente nulas. A infestação por *C. atlantica* representou 2,2% no plantio 6 desta área (Figura 9, Tabela 3).

**Área IV:** Nos primeiros 60 dias não houve infestação por *C. atlantica*, mas no outono a população foi maior que a dos plantios 3, 4 e 5. O plantio 6 representou 9,1% da infestação por *C. atlantica* nesta área (Figura 9, Tabela 3).

Houve uma queda acentuada nas populações de *C. atlantica* à medida que a data do plantio de *P. taeda* avançava ano adentro. Os plantios de fevereiro e abril foram os mais infestados, provavelmente, por permanecerem mais tempo no campo e terem mais idade.

Nos plantios de junho, agosto, outubro e dezembro, as infestações foram bem menores, mesmo durante os picos de verão do afídeo, provavelmente em função da idade e da condição nutricional das mudas recém-plantadas. Com exceção do plantio de agosto, todos os demais apresentaram uma infestação bem baixa nos primeiros 30 dias após o plantio. Em dezembro, janeiro e fevereiro foram registradas as maiores populações. Em março, a população caiu para todas as datas de plantio, mas em maio e junho voltou a crescer.

Comparando-se o uso de imidacloprid (Figura 9), observa-se que na área I, protegida com imidacloprid, durante todo o período, as infestações foram praticamente nulas, na área II, não protegida com imidacloprid, a infestação por *C. atlantica* representou 37%; a área IV, com imidacloprid apenas no plantio, 36% e a área III, com imidacloprid e gel no ato do plantio, 26%.

FARIA (2004) encontrou, para o tratamento com inseticida e gel, proteção de 80 dias contra a infestação de até 20 afídeos e de 120 dias para infestação de mais de 20 afídeos de *C. atlantica*.

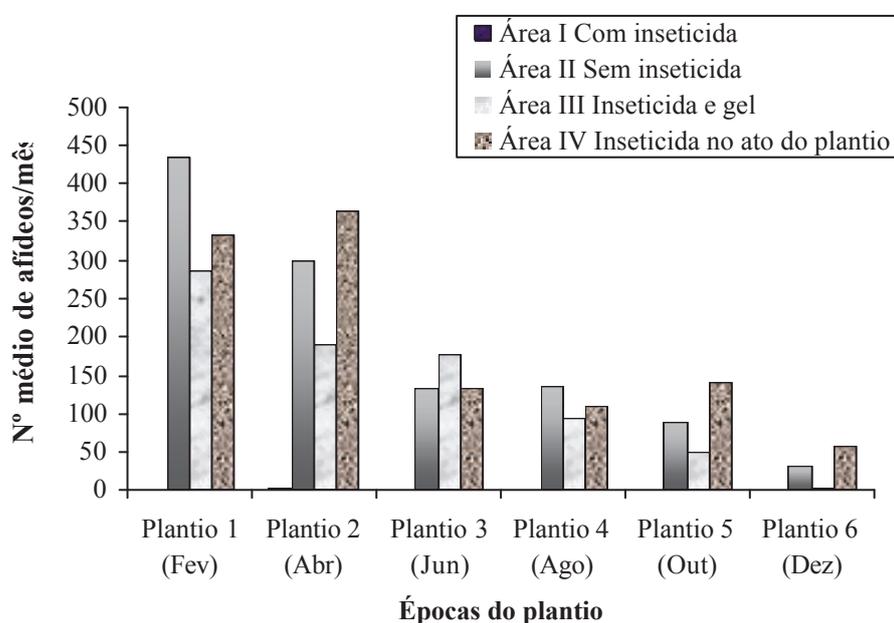
Para a área IV, protegida com imidacloprid no ato do plantio, com exceção do plantio de fevereiro, a proteção do inseticida, aplicado no ato do plantio, foi de dois meses para os plantios desta área. FARIA (2004), usando inseticida em rega, verificou, após 80 dias, uma

infestação de mais de 20 afídeos em 0,7% das 216 plantas de *P. taeda*, amostradas em Santa Catarina.

**Tabela 3.** Número total de *Cinara atlantica*, em 20 plantas de *Pinus taeda* de acordo com a idade da planta, na Área I (protegida com imidacloprid durante todo o período), Área II (sem imidacloprid), Área III (imidacloprid e gel no ato do plantio) e Área IV (imidacloprid em rega no ato do plantio) e nos plantios (1 – fevereiro; 2 – abril; 3 – junho; 4 – agosto; 5 – outubro; 6 – dezembro), no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC.

Idade	Área	Plantio 1	Plantio 2	Plantio 3	Plantio 4	Plantio 5	Plantio 6	Total	Média	Desv.Pad.	Coef. Var.
30 dias	A1	28	0	5	0	0	0	33	5,50	11,20	2,04
	A2	46	0	46	107	9	3	211	35,17	40,87	1,16
	A3	30	0	5	2	0	0	37	6,17	11,84	1,92
	A4	35	1	2	2	2	0	42	7,00	13,74	1,96
60 dias	A1	2	5	0	0	0	0	7	1,17	2,04	1,75
	A2	91	36	81	91	7	11	317	52,83	39,60	0,75
	A3	19	1	1	10	0	0	31	5,17	7,78	1,51
	A4	20	21	1	15	6	1	64	10,67	9,18	0,86
90 dias	A1	0	42	0	0	0	0	42	7,00	17,15	2,45
	A2	81	711	282	0	14	92	1180	196,67	271,37	1,38
	A3	0	5	4	1	6	7	23	3,83	2,79	0,73
	A4	0	285	11	10	1	39	346	57,67	112,26	1,95
120 dias	A1	8	11	0	0	0	0	19	3,17	5,00	1,58
	A2	249	109	101	87	65	2	613	102,17	81,55	0,80
	A3	0	1	48	1	8	0	58	9,67	19,02	1,97
	A4	208	599	33	20	92	17	969	161,50	226,19	1,40
150 dias	A1	13	0	0	0	0	0	13	2,17	5,31	2,45
	A2	1231	335	37	43	265	77	1988	331,33	457,88	1,38
	A3	12	145	0	22	270	9	458	76,33	109,25	1,43
	A4	878	612	0	20	189	289	1988	331,33	348,25	1,05
180 dias	A1	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
	A2	543	3	33	141	1	-	721	144,20	230,14	1,60
	A3	3	6	14	59	28	-	110	22,00	22,84	1,04
	A4	126	37	8	235	2	-	408	81,60	99,05	1,21
210 dias	A1	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0
	A2	528	38	166	-	-	-	732	244,00	254,14	1,04
	A3	247	4	50	-	-	-	301	100,33	129,08	1,29
	A4	662	89	138	-	-	-	889	296,33	317,62	1,07
240 dias	A1	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0
	A2	16	223	68	-	-	-	307	102,33	107,69	1,05
	A3	6	173	104	-	-	-	283	94,33	83,92	0,89
	A4	9	149	80	-	-	-	238	79,33	70,00	0,88
270 dias	A1	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0
	A2	118	775	615	-	-	-	1508	502,67	342,60	0,68
	A3	12	675	1344	-	-	-	2031	677,00	666,00	0,98
	A4	151	617	1140	-	-	-	1908	636,00	494,77	0,78
300 dias	A1	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0
	A2	386	970	56	-	-	-	1412	470,67	462,84	0,98
	A3	223	1239	69	-	-	-	1531	510,33	635,72	1,25
	A4	259	2383	23	-	-	-	2665	888,33	1299,79	1,46

	A1	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0
330 dias	A2	834	2	112	-	-	-	948	316,00	451,96	1,43
	A3	761	19	499	-	-	-	1279	426,33	376,30	0,88
	A4	584	9	160	-	-	-	753	251,00	298,11	1,19
360 dias	A1	0	0	-	-	-	-	0	0	0	0
	A2	1590	995	-	-	-	-	2585	1292,50	420,73	0,33
	A3	2343	389	-	-	-	-	2732	1366,00	1381,69	1,01
	A4	1926	463	-	-	-	-	2389	1194,50	1034,50	0,87
Total		14278	12177	5336	866	965	547	-	-	-	-
Média		297,46	253,69	121,27	36,08	40,21	27,35	-	-	-	-
Desv. Pad.		523,90	448,17	277,37	58,31	81,82	66,90	-	-	-	-
Coef. Var.		1,76	1,77	2,29	1,62	2,04	2,45	-	-	-	-



**Figura 9.** Número médio de *Cinara atlantica* por mês em plantas de *Pinus taeda* nas quatro áreas de tratamentos, nas seis épocas de plantio; no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC.

A comparação de médias (Tabela 4) indicou que existe diferença entre as áreas e é altamente significativa ( $p > 0,0017$ ), mas não é significativa entre as épocas de plantio ( $p < 0,2084$ ), conforme indicado na Tabela 5.

**Tabela 4.** Comparação de médias entre as áreas de *Pinus taeda* com tratamentos de proteção contra infestações de *Cinara atlantica*: Área I (protegida com imidacloprid durante todo o período), Área II (sem imidacloprid), Área III (imidacloprid e gel no ato do plantio) e Área IV (imidacloprid em rega no ato do plantio) e nos plantios (1 – fevereiro; 2 – abril; 3 – junho; 4 – agosto; 5 – outubro; 6 – dezembro), no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, em Três Barras-SC.

Áreas	I	II	III	IV
Média de afídeos	0,74 a	133,18 b	187,06 bc	341,78 c

\* Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.** Análise de variância entre as épocas de plantio de *Pinus taeda* e as infestações de *Cinara atlantica*, em Três Barras-SC.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QM	F	Nível de significância (P < F)
Épocas	5	42308,49	1,608241	0,208449
Resíduo	18	26307,31		

As análises de regressão (Figura 10) demonstram uma tendência de redução da infestação de *C. atlantica* quando o plantio é feito da metade do ano em diante, provavelmente devido à não atratividade de plantas jovens sob o estresse do plantio para a colonização pelos afídeos.

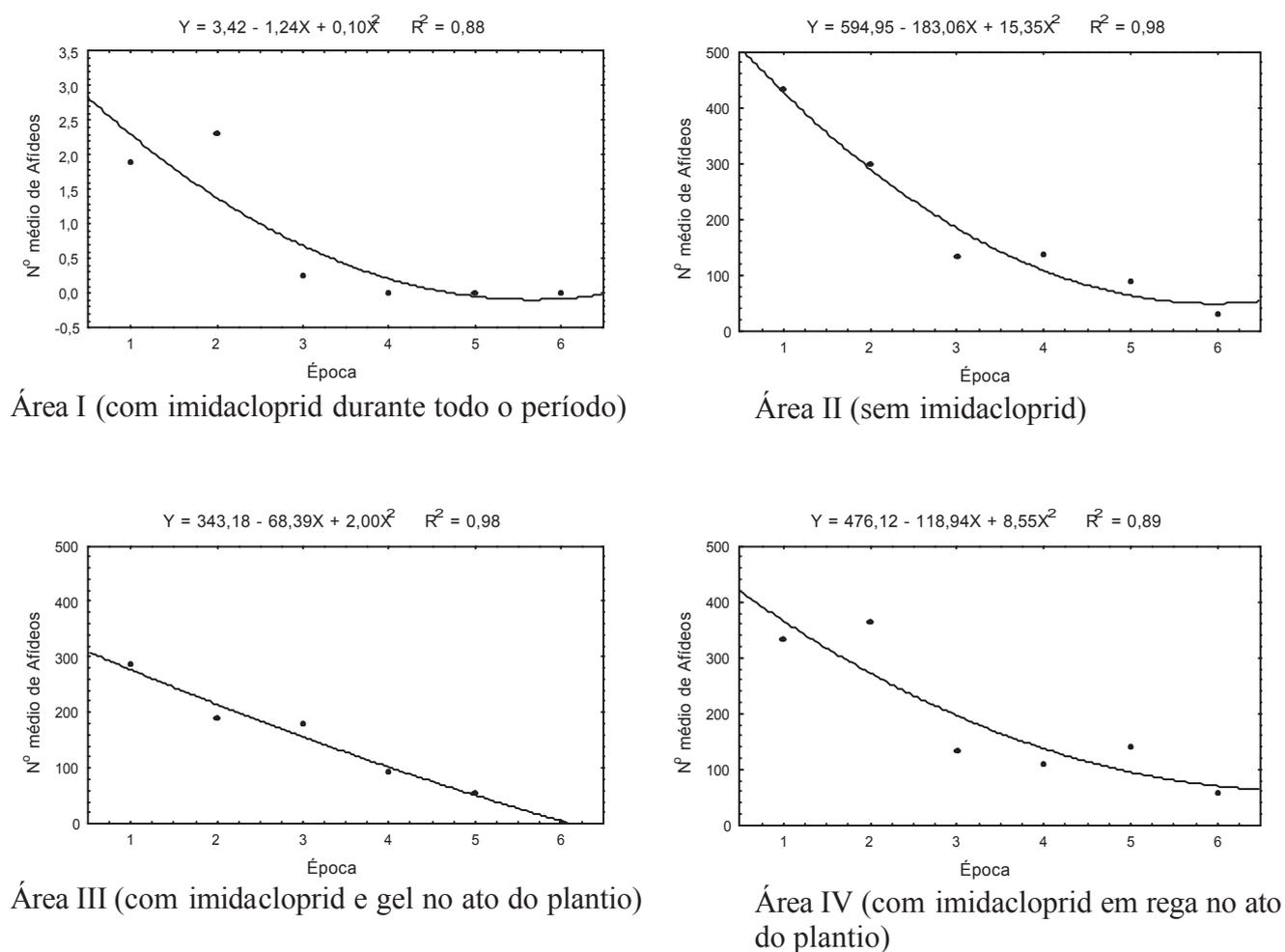
Na área I, que esteve protegida com inseticida durante todo o período do experimento, a correlação também foi alta ( $R^2 = 0,88$ ), em função do efeito do inseticida que suprimiu a infestação, com raros insetos amostrados (Figura 10).

Na área II, sem inseticida, usada como padrão para a flutuação da espécie na área, a correlação entre a infestação e a época de plantio foi altamente significativa ( $R^2 = 0,98$ , Figura 10).

A Figura 10 correlaciona as épocas de plantio na área III, onde foi aplicado inseticida e gel no ato do plantio; verifica-se uma maior proteção das plantas, nos primeiros seis meses do experimento, sendo  $R^2 = 0,98$ .

Na Figura 10, verifica-se na área IV, com inseticida em rega no ato do plantio, a mesma tendência observada nas demais, ou seja, uma alta correlação ( $R^2 = 0,89$ ) entre a infestação de *C. atlantica* e as épocas do plantio, com a população declinando nas mudas plantadas em período mais tardio.

Estes resultados concordam com os obtidos por FARIA (2004) que, em experimento no mesmo município desta pesquisa, em mudas recém-plantadas de *P. taeda*, não encontrou a quantia esperada de 20 espécimes de *C. atlantica* até 40 dias após o plantio. Também corroboram com os dados de OTTATI (2004), que obteve um número médio de 40 espécimes de *C. atlantica* por planta de *P. taeda*, de seis meses de idade, em Buri-SP, no período de junho a agosto de 2001. Já nas plantas com um ano de idade, a média foi de 170 insetos por planta, de junho a setembro de 2001.



**Figura 10.** Curva de regressão entre o número médio mensal de *Cinara atlantica* nas mudas de *Pinus taeda* e as épocas de plantio (1 – fevereiro; 2 – abril; 3 – junho; 4 – agosto; 5 – outubro; 6 – dezembro), nas quatro áreas, Três Barras-SC.

Assim, aceita-se, com algumas restrições, a hipótese nula ( $H_0$ ) de que tanto os tratamentos com inseticidas quanto a época de plantio afetam as infestações de *C. atlantica* em plantios jovens de *P. taeda*.

### 5.5. Intensidade das infestações de *C. atlantica* nos plantios de *P. taeda* de acordo com a época de plantio e os tratamentos de proteção de plantas

Os dados da distribuição espacial das árvores de *P. taeda*, gerados pelo geoprocessamento das áreas estudadas, cruzados com os dados do tamanho das populações de *C. atlantica* nas plantas, fornecem uma representação da intensidade da infestação do afídeo nas áreas dos tratamentos.

Agrupando-se os dados de acordo com as estações do ano, tem-se a representação da intensidade das infestações nos diferentes tratamentos (Figuras 11 a 14), visando testar as mesmas hipóteses propostas no item 3.4. Cada quadrado representa o número de *C. atlantica* em cinco plantas. Toda a área experimental era cercada com *Pinus* em plantio comercial com um ano de idade, e mata nativa nas posições leste e oeste.

Observa-se que na Área I, protegida com imidacloprid ao longo de todo o período, as infestações foram praticamente nulas em todas as estações do ano, independente da época de plantio das mudas.

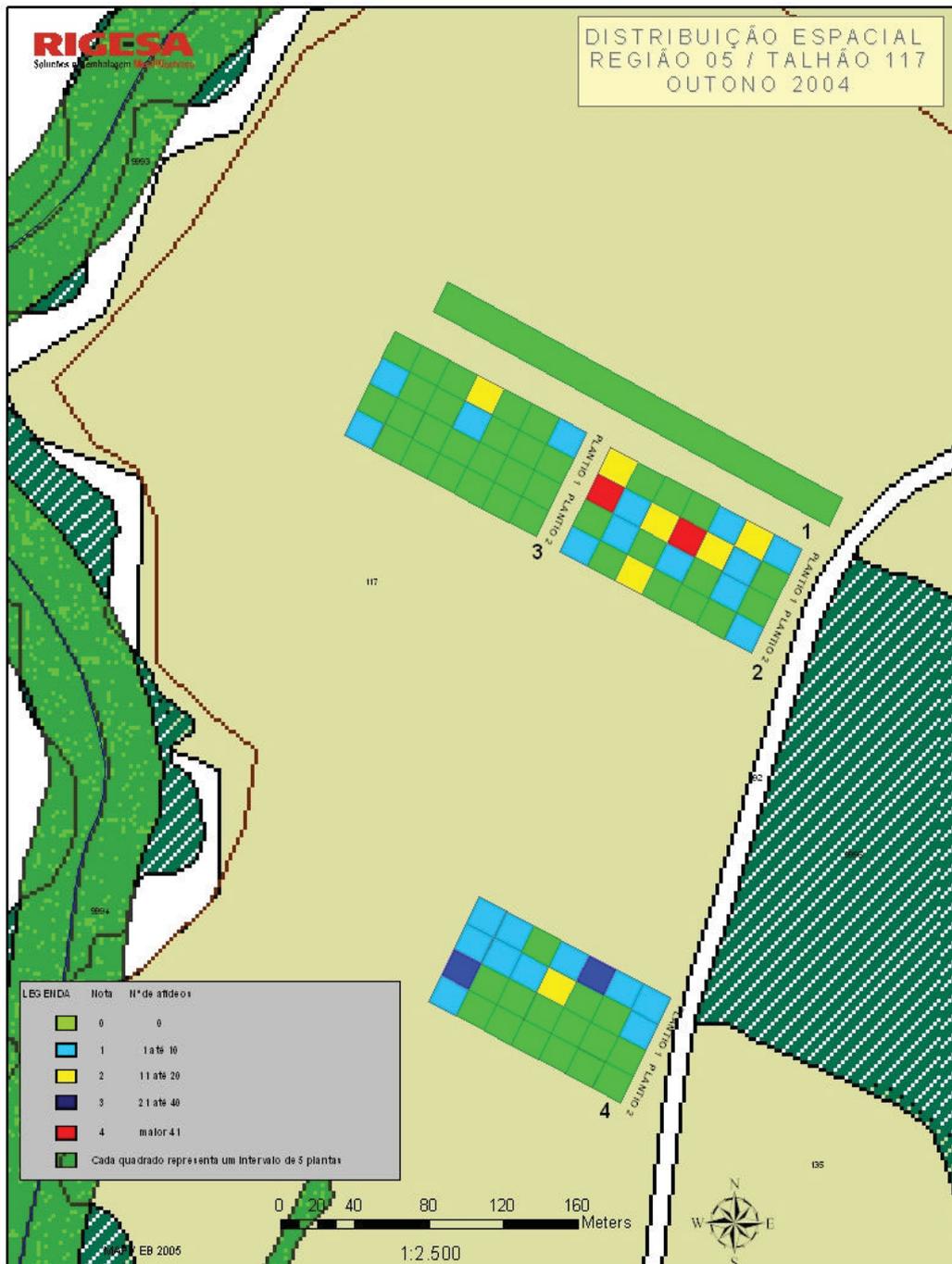
Analisando a Figura 11, observa-se que no outono/2004 as infestações eram baixas nas três áreas, apresentando uma distribuição agregada característica do início da infestação, principalmente no plantio 1, de fevereiro, na área II sem proteção com imidacloprid.

Na figura 12, observa-se a infestação de *C. atlantica* no inverno/2004, quando obteve-se um dos maiores picos de *C. atlantica*, com predominância de formas ápteras e ninfas, revelando o estabelecimento das populações. Observa-se que na área II, sem inseticida, a população se espalhou pelos plantios 1 e 2, representando a nota 4, com infestação maior que 41 afídeos/cinco plantas, nos plantios 3 e 4 a nota foi 3, infestação de 21 a 40 afídeos. A área III ainda estava sob o efeito do inseticida, portanto, representou as menores notas. A área IV obteve a nota 4 para os plantios 1 e 2, mas os plantios de junho e agosto ainda estavam sob o efeito do inseticida e tiveram as menores notas.

Para a estação da primavera (Figura 13), a área II revela infestações agregadas, com notas 3 e 4 nos plantios mais precoces e notas 0, 1 e 2 nos plantios posteriores. As áreas III e IV não apresentaram a nota 4, apenas algumas infestações com nota 3, predominando uma população de até 20 insetos nos plantios 1 e 2; os demais tiveram notas 0 e 1.

A Figura 14 demonstra uma alta infestação no verão, devido aos picos que ocorreram em dezembro e fevereiro com a maior ocorrência de *C. atlantica* na amostragem de 02 de março de 2005, porém com um rápido surto, com alta incidência de formas aladas e ninfas predominando sobre as ápteras, revelando que a população estaria dispersando a seguir, o que de fato ocorreu. Na próxima amostragem, 15 dias depois, a população teve um forte declínio.

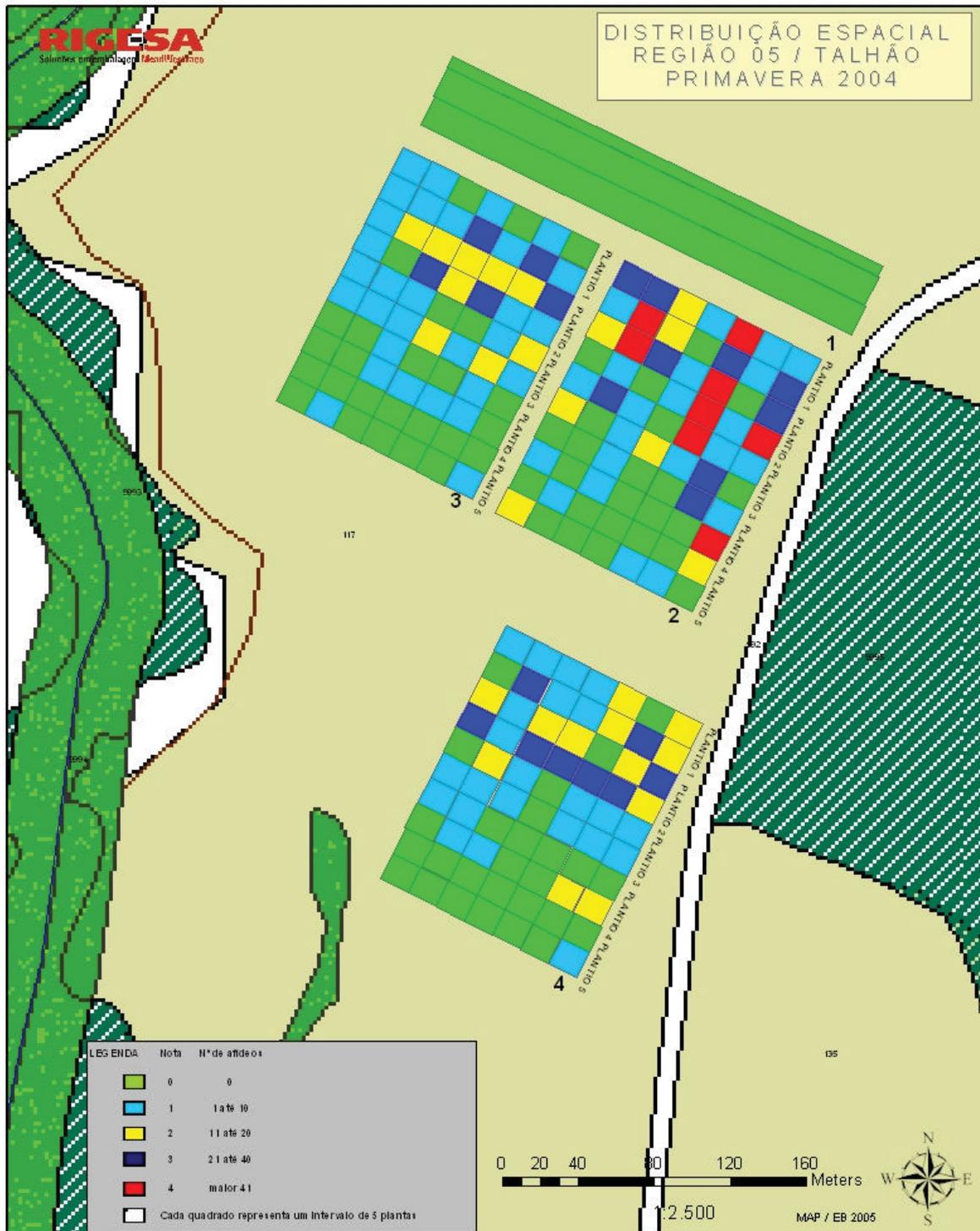
As áreas II, III e IV receberam as maiores infestações para os plantios de 1 a 4 e as menores para os plantios mais jovens.



**Figura 11.** Distribuição espacial da infestação de *Cinara atlantica* nas mudas de *Pinus taeda* no outono 2004, nos plantios 1-fevereiro, 2-abril, nas áreas I (com imidacloprid durante todo o período), II (sem imidacloprid), III (com imidacloprid e gel no ato do plantio) e IV (com imidacloprid no ato do plantio), plotadas no mapa da fazenda do Bugre, Três Barras-SC.



**Figura 12.** Distribuição espacial da infestação de *Cinara atlantica* nas mudas de *Pinus taeda* no inverno 2004, nos plantios 1-fevereiro, 2-abril, 3-junho e 4-agosto, nas áreas I (com imidacloprid durante todo o período), II (sem imidacloprid), III (com imidacloprid e gel no ato do plantio) e IV (com imidacloprid no ato do plantio), plotadas no mapa da fazenda do Bugre, Três Barras-SC.



**Figura 13.** Distribuição espacial da infestação de *Cinara atlantica* nas mudas de *Pinus taeda* na primavera 2004, nos plantios 1-fevereiro, 2-abril, 3-junho, 4-agosto e 5-outubro, nas áreas I (com imidacloprid durante todo o período), II (sem imidacloprid), III (com imidacloprid e gel no ato do plantio) e IV (com imidacloprid no ato do plantio), plotadas no mapa da fazenda do Bugre, Três Barras-SC



**Figura 14.** Distribuição espacial da infestação de *Cinara atlantica* nas mudas de *Pinus taeda* na estação do verão 2005, nos plantios 1-fevereiro, 2-abril, 3-junho, 4-agosto, 5-outubro, 6-dezembro, na área 1 (com imidacloprid durante todo o período), área 2 (sem imidacloprid), área 3 (com imidacloprid e gel no ato do plantio), e área 4 (com imidacloprid no ato do plantio), plotadas no mapa da fazenda do Bugre, Três Barras-SC.

## 5.6. Avaliação de danos de *C. atlantica* em mudas de *P. taeda*

H<sub>0</sub>: As infestações de *C. atlantica* afetam o crescimento em altura e diâmetro das mudas de *P. taeda*.

H<sub>1</sub>: Não há efeito das infestações de *C. atlantica* sobre esses dados dendrométricos.

Pelos dados dendrométricos das mudas de *P. taeda*, analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,9429$ ) para altura e ( $p < 0,9325$ ) para o diâmetro, constatou-se que não existe diferença significativa entre os tratamentos com inseticida. Contudo, como pode ser observado na Tabela 6, as áreas II e IV que tiveram maior infestação, apresentaram uma perda no crescimento em altura, quando comparadas com as áreas I e III. Porém, é importante considerar que, na prática, essa diferença implica em perda de volume da produção e conseqüente perdas financeiras consideráveis.

Entre as épocas de plantio analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, constatou-se que existe diferença significativa ( $p < 0,000003$ ) para altura (Tabela 7) e ( $p < 0,000029$ ) para o diâmetro (Tabela 8). Nas Figuras 15 e 16, observa-se que as mudas plantadas em fevereiro e abril apresentam um rápido crescimento em altura comparado com as demais épocas de plantio, independente do tratamento, conforme mencionado. O mesmo parece ocorrer com o diâmetro, cujo incremento também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, mas aparentemente as infestações associadas à época de plantio apresentam alguma influência neste parâmetro dendrométrico.

FARIA (2004), em experimento com *C. atlantica* em mudas de *P. taeda* no mesmo local desta pesquisa, observou que aos 60 dias após o plantio a diferença entre a testemunha sem inseticida (média de 18,2 cm) e os tratamentos com inseticida (média de 20,3 cm) foi significativa. Mas, nas demais avaliações com até 360 dias não verificou diferença significativa no diâmetro das plantas nos diferentes tratamentos. IEDE (2003) constatou que infestações de *Cinara* spp. resultam em perda significativa no diâmetro (15,8%) e na altura (40%) de plantas de *P. taeda* com 22 meses de idade. Após 31 meses, as perdas de crescimento no diâmetro (13,7%) e na altura (17,4%) são menos acentuadas na área infestada comparada com outra protegida continuamente com inseticida, podendo indicar uma recuperação das plantas.

Como a avaliação foi feita semestralmente, é possível que não tenha sido notado o efeito da época de plantio nas áreas tratadas, pois as plantas podem recuperar-se rapidamente e não manifestar os danos depois de um período. Recomenda-se, assim, que essas avaliações sejam feitas bimestralmente acompanhando as épocas do plantio.

**Tabela 6.** Altura e diâmetro médio ( $\pm$  Erro padrão da média) de 70 plantas de *Pinus taeda* e número médio de espécimes de *Cinara atlantica* em 20 plantas, para os plantios 1, 2 e 3 aos doze meses de idade, para os plantios 4, 5 e 6 aos seis meses de idade, em quatro áreas de tratamentos (\*), Três Barras-SC.

Área	Altura média	Diâmetro médio	Média de afídeos/20 plantas
I. Com Imidacloprid continuamente	78 $\pm$ 1,93	20 $\pm$ 0,41	0,74
II. Sem Imidacloprid	69 $\pm$ 1,59	19 $\pm$ 0,41	187
III. Com Imidacloprid e gel no ato do plantio	77 $\pm$ 1,82	21 $\pm$ 0,51	133
IV. Com Imidacloprid em rega no ato do plantio	67 $\pm$ 1,79	19 $\pm$ 0,41	342

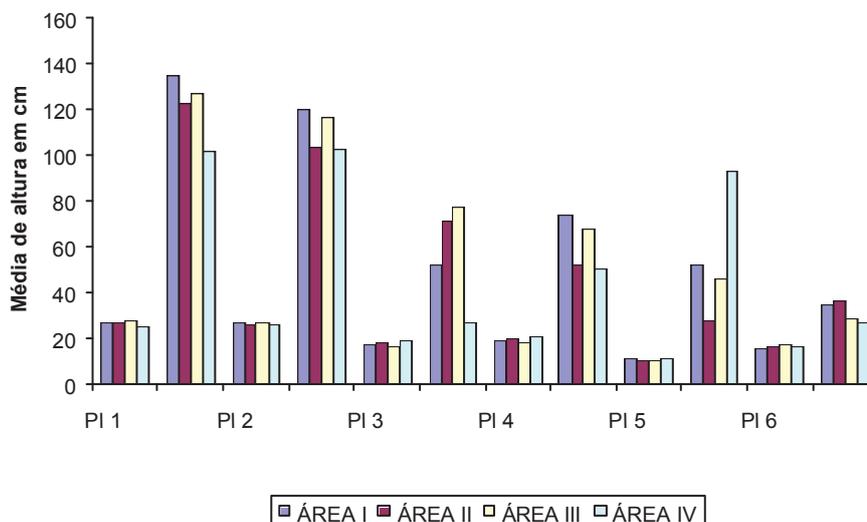
Os valores, nas colunas, não foram significativos pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 7.** Análise de variância entre as épocas de plantio de *Pinus taeda* e a altura média de 70 plantas de *Pinus taeda*, Três Barras-SC.

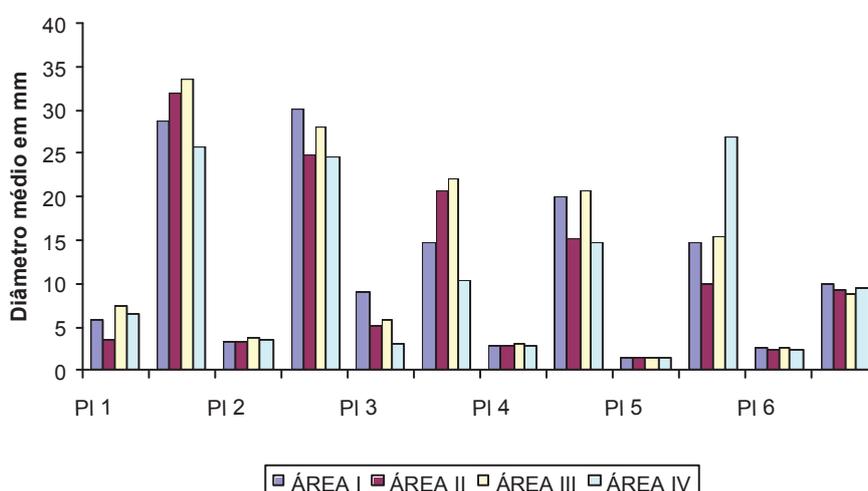
Fonte de Variação	Graus de liberdade	QM	F	Nível de significância (P < F)
Épocas	5	4937,659	17,29950	0,000003
Resíduo	18	285,4221		

**Tabela 8.** Análise de variância entre as épocas de plantio de *Pinus taeda* e a diâmetro médio de 70 plantas de *Pinus taeda*, Três Barras-SC.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QM	F	Nível de significância (P < F)
Épocas	5	227,7511	12,22622	0,000029
Resíduo	18	18,62809		



**Figura 15.** Altura média de 70 plantas de *Pinus taeda*, estabelecidas em diferentes épocas, medida no ato do plantio e no final do experimento (plantios 1, 2 e 3 aos 12 meses e 4, 5 e 6 aos 6 meses), nas área I (com imidacloprid durante todo o período), II (sem imidacloprid), III (imidacloprid e gel no ato do plantio), IV (imidacloprid em rega no ato do plantio); fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC



**Figura 16.** Diâmetro médio de 70 plantas de *Pinus taeda*, estabelecidas em diferentes épocas, medido no ato do plantio e no final do experimento (plantios 1, 2 e 3 aos 12 meses e 4, 5 e 6 aos 6 meses), nas área I (com imidacloprid durante todo o período), II (sem imidacloprid), III (imidacloprid e gel no ato do plantio), IV (imidacloprid em rega no ato do plantio), fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC.

### 5.7. Infestação das mudas de *P. taeda* por *C. atlantica* em função da idade/condição nutricional das plantas

H<sub>0</sub>: A condição nutricional das mudas de *P. taeda* em função da idade influencia nas infestações de *C. atlantica*.

H<sub>1</sub>: A condição nutricional das mudas de *P. taeda* em função da idade não influencia nas infestações de *C. atlantica*.

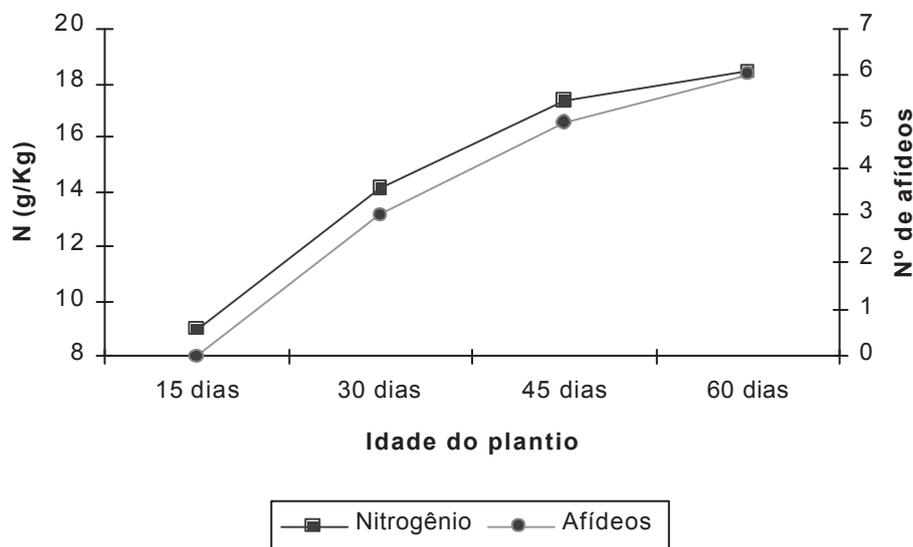
Analisando os resultados obtidos no Item 5.4, verificou-se que as mudas recém-plantadas não eram infestadas como outras de mais idade no mesmo período. Assim, foi feita uma análise nutricional das mudas transplantadas em dezembro (Figura 17), e observou-se que quinze dias após o plantio, as plantas apresentaram baixo nível de nitrogênio, provavelmente, por ainda estarem utilizando os nutrientes restritos ao substrato do tubete. Com a emissão de novas raízes, o teor de nitrogênio foi aumentando, melhorando a condição nutricional da planta e tornando-a mais atrativa para os insetos sugadores. Embora a concentração de nitrogênio na seiva do floema seja geralmente baixa (MITTLER 1958; DIXON 1970), citados por KIDD (1985) sabe-se que a quantidade altera-se conforme as folhas e os brotos crescem e maturam.

Quando ocorreu o pico de *C. atlantica* nos meses de janeiro e fevereiro, as mudas do talhão plantado em dezembro estavam com 30 dias e, em função do aumento do teor de nitrogênio, propiciaram a colonização desses afídeos (Figura 17). Provavelmente a justificativa para este pico populacional da população possa ser também a estiagem no período (27,69 mm de chuva no mês de fevereiro), levando as plantas a um possível estresse hídrico. Segundo WEARING & VAN EMDEN (1967), o estresse hídrico provoca uma hidrólise das proteínas e, conseqüentemente, um enriquecimento em nitrogênio solúvel, que acarreta num aumento, mesmo que temporário, das populações de afídeos.

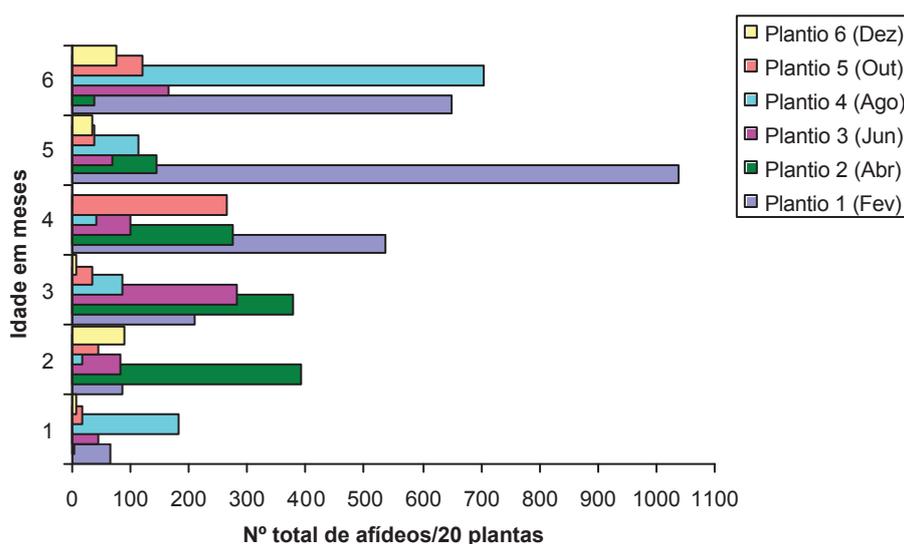
Comparando-se a infestação de *C. atlantica* em todos os plantios com 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses de idade (Figura 18), observa-se que as mudas recém-plantadas apresentaram infestações mais baixas, com exceção do plantio de agosto, que representou 56% da população de um mês para todos os plantios, isto provavelmente porque seu transplante coincidiu com o pico populacional da praga e, nestas circunstâncias, não houve escape.

A análise de regressão (Figura 19) indica que a população de afídeos aumentou à medida que a planta vai crescendo, independente da maior ou menor ocorrência do inseto na área. O coeficiente de correlação foi altamente significativo, com  $R^2 = 0,98$ , suportando, assim, a hipótese nula de que a idade da planta, em função de seu estado nutricional,

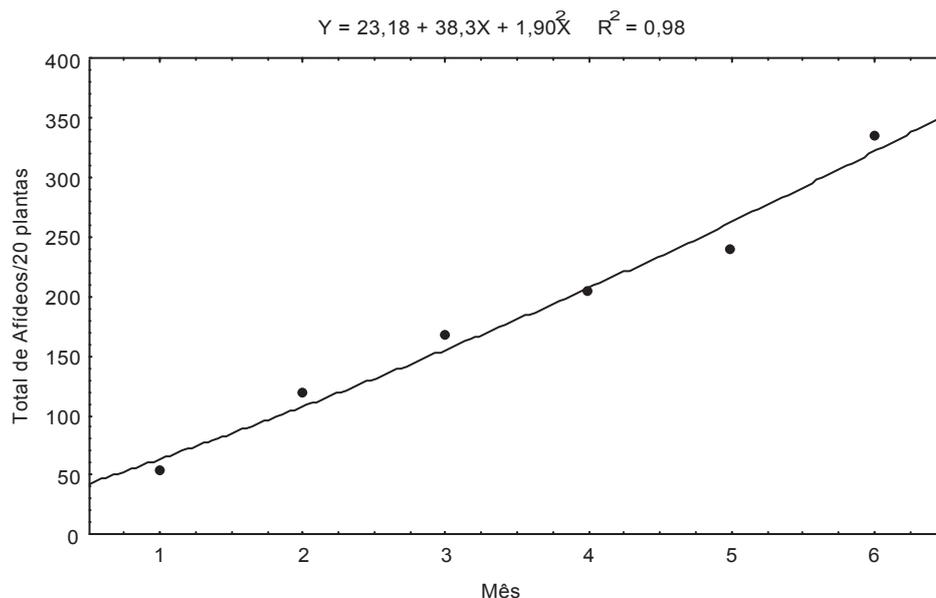
influencia na colonização de *C. atlantica*, sendo que as mudas recém-plantadas não são atrativas para a espécie. A avaliação dos demais nutrientes também foi realizada, mas como estavam em níveis normais, sem qualquer diferença entre os tratamentos, não foram considerados nessa análise.



**Figura 17.** Número de espécimes de *Cinara atlantica* por planta e teor médio de nitrogênio em 15 mudas de *Pinus taeda*, 15 dias após o transplante, em dezembro de 2004, na área II, sem proteção de inseticida, Três Barras-SC.



**Figura 18.** Comparação da infestação de *Cinara atlantica* em mudas de *Pinus taeda* de diferentes idades de acordo com a época de seu estabelecimento no campo; fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC



**Figura 19.** Correlação entre o número médio mensal de espécimes de *Cinara atlantica* em plantios de *Pinus taeda* na Área II (sem imidacloprid) com a idade da planta, Três Barras-SC.

### 5.8. Infestação de *C. atlantica* em mudas de *P. taeda* sob condições de estresse hídrico em casa de vegetação

$H_0$ : Sob estresse hídrico, as plantas de *P. taeda* propiciam as infestações de *C. atlantica*.

$H_1$ : O estresse hídrico das mudas de *P. taeda* não influencia nas infestações de *C. atlantica*.

A infestação de *C. atlantica* foi significativamente mais elevada nas plantas submetidas ao estresse hídrico com a média de 101,3 afídeos por planta com relação às plantas não estressadas com a média 46,7 pulgões por planta. A infestação nas plantas estressadas foi de 2736 espécimes de *C. atlantica*, quase o dobro da infestação registrada nas plantas que não foram submetidas ao estresse com 1401 afídeos.

As temperaturas médias nas gaiolas dentro da casa de vegetação no mês de maio foram de 13,1°C para a mínima; 19,2°C para a média e 25,2°C para a máxima, temperaturas estas dentro de limites que não parecem afetar grandemente as populações de *C. atlantica*. OTTATI (2004) considerou que as temperaturas constantes de 18° C e 22° C são as mais adequadas para o desenvolvimento de *C. atlantica*. Já para ZALESKI (2003), a temperatura mais favorável para o desenvolvimento desta espécie é 15° C.

Não houve diferença significativa no teor de nitrogênio nas plantas estressadas com e sem insetos, contudo as plantas estressadas e sem inseto apresentaram um teor de nitrogênio significativamente mais elevado do que aquelas que não foram submetidas ao estresse hídrico, tanto com como sem infestação (Tabela 9).

Segundo diversos autores (KRAMER 1983; MATTSON & HAACK 1987), durante o estresse hídrico, as concentrações de compostos nitrogenados, como os aminoácidos, aumentam nos tecidos das plantas. Embora o nitrogênio solúvel geralmente aumente durante a seca, o efeito sobre o total de nitrogênio no tecido depende da intensidade e duração do estresse. Durante um estresse hídrico de suave para moderado, por exemplo, a concentração total de nitrogênio declina nas raízes e nos tecidos mais velhos, mais aumenta nos tecidos mais jovens (MATTSON & HAACK 1987).

Mudas de *P. taeda* de 18 meses, desenvolvidas em tubetes, em Três Barras-SC, apresentaram um teor médio de nitrogênio nas acículas entre 18 e 20 g/kg<sup>-1</sup> (S. Penteado, comunicação pessoal). Este valor assemelha-se ao obtido por REISSMANN & WISNEWSKI (2000), que verificaram que a concentração de nitrogênio nas acículas de *P. taeda* com 15 anos de idade, em solos com texturas diferentes, é em média de 18,38 g/kg<sup>-1</sup>. O teor de nitrogênio obtido nesta pesquisa foi menor que os encontrados por estes autores, provavelmente porque foi avaliada a planta inteira e não apenas acículas, com no caso dos autores citados, ficando a quantidade de nitrogênio diluída.

**Tabela 9.** Teor de nitrogênio e erro padrão da média de mudas de *Pinus taeda* (acículas + caule) submetidas ou não a estresse hídrico, com e sem infestação por *Cinara atlantica*, em casa de vegetação, no período de 30/11/04 a 06/06/05, Colombo-PR.

Teor médio* de nitrogênio na planta g/kg		
Estresse hídrico	Afídeo	
	Com	Sem
Com	15,1 ab	17,0 a
	±0,25	±0,22
Sem	14,7 b	14,0 b ±
	±0,59	0,46

\* Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 5.9. Danos em mudas de *P. taeda* infestadas com *C. atlantica* sob condições de estresse hídrico em casa de vegetação

H<sub>0</sub>: A altura e o diâmetro das plantas de *P. taeda* são afetados pelo estresse hídrico e pela infestação de *C. atlantica*.

H<sub>1</sub>: A altura e o diâmetro das plantas de *P. taeda* não são afetados pelo estresse hídrico e pela infestação de *C. atlantica*.

As plantas sob estresse hídrico e sem infestação de *C. atlantica* apresentaram diferença significativa no crescimento em altura em relação aos outros tratamentos; porém, essas mesmas plantas apresentaram redução no diâmetro (Tabela 10). Uma das respostas mais sensíveis e imediatas da planta ao estresse hídrico a nível celular é uma redução no processo de crescimento (KRAMER 1983), resultando em plantas mais baixas afetando o desenvolvimento das folhas, brotos, órgãos reprodutivos, e nos anéis de crescimento do xilema.

ZALESKI (2003) observou, em mudas de 150 dias de *P. taeda* em casa de vegetação, um aumento do crescimento diamétrico das mudas com infestações de *C. atlantica* em relação à testemunha, mas o contrário foi observado para o crescimento em altura. Os dados desta pesquisa não corroboram com esses resultados, contudo os experimentos de ZALESKI (2003)

não foram realizados sob estresse hídrico, mas o efeito das infestações de *C. atlantica* sobre esses parâmetros. De acordo com SCHUBERT & ADMS (1971) e STOECKELER & SLABAUGH (1967), citados por ZALESKI (2003), o diâmetro do colo é reconhecido como o melhor indicador para o padrão de qualidade, onde mudas com maiores diâmetros, embora menores na altura, são consideradas mais resistentes que as estioladas.

**Tabela 10.** Incremento de altura e diâmetro (cm) de mudas de *Pinus taeda*, entre tratamentos com e sem estresse hídrico e com e sem infestação de *Cinara atlantica*, em casa de vegetação, no período de 30/11/04 a 06/06/05, Colombo-PR.

	Diferença em altura Média*		Diferença em diâmetro Média*	
	Com	Sem	Com	Sem
Estresse hídrico				
Com	11,2 b	20,4 a	3,3 b	2,8 c
Sem	5,9 c	10,3 b	3,8 a	3,3 b
Coefficiente de Variação	CV = 33,8%		CV = 22,6%	

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os dados não são conclusivos para aceitar ou rejeitar a hipótese nula, requerendo estudos que considerem diferentes idades, fatores abióticos e tempo de observação, pois as respostas das plantas são o resultado da interação de diversos fatores em função do tempo. É possível que alguns danos de insetos possam ser revertidos quando a condição nutricional da planta é incrementada ou, à medida que esta cresce, os danos podem tornar-se menos evidentes.

## 6. CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos e analisados, dentro da área e em função dos fatores prevalentes nas condições dos experimentos, conclui-se:

1. A distribuição das colônias de *C. atlantica* dá-se preferencialmente no estrato superior das mudas de *P. taeda*;
2. Apesar da população desenvolver-se melhor no inverno, outros picos, até maiores que o de julho, são registrados no verão;
3. Há um complexo de inimigos naturais, incluindo predadores já estabelecidos no ecossistema e o parasitóide introduzido *X. bifasciatus* associados às populações de *Cinara* em plantios de *P. taeda*;
4. O tratamento com o inseticida imidacloprid, quando aplicado a cada trinta dias, protege as plantas da infestação de *C. atlantica*. O tratamento com imidacloprid e gel protege a cultura por um tempo mais prolongado que a aplicação de imidacloprid em rega apenas no ato do plantio;
5. Os plantios estabelecidos em fevereiro e abril sofrem uma maior infestação por *C. atlantica*, ao longo de todo o ano, comparado aos plantios mais tardios;
6. Não há diferença significativa nos danos de *C. atlantica* na altura e diâmetro de *P. taeda* em função dos tratamentos químicos. Nas áreas com maiores infestações há perda de crescimento em altura. Entre as épocas de plantio, há diferença significativa para os danos. As mudas recém-plantadas são menos atrativas para *C. atlantica* devido ao seu estado nutricional mais deficiente;
8. Em casa de vegetação, as plantas de *P. taeda* submetidas ao estresse hídrico propiciam as infestações de *C. atlantica* e apresentam um incremento na altura, mas não no diâmetro.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição desta pesquisa são as informações sobre técnicas de monitoramento e estratégias de controle que podem ser aplicadas para o manejo integrado de *C. atlantica* nos plantios de *P. taeda*. O monitoramento através de amostragens no estrato superior das plantas associadas aos dados das capturas nas armadilhas permite avaliar a ocorrência e flutuação das populações para as decisões de manejo. As medidas de controle envolvendo a época de plantio, o controle biológico e o químico podem ser associadas para garantir uma proteção/supressão das populações de *C. atlantica*. A colonização generalizada das plantas ocorre no final do outono e no inverno, porém há registro de um pico elevado e rápido no período de verão, sendo que nos dois períodos deve-se intensificar o monitoramento e a aplicação de medidas curativas de controle. Desta forma, recomenda-se, para a área estudada (Três Barras, SC), que os plantios sejam estabelecidos na primavera (setembro a novembro) para escaparem da infestação mais intensa do inverno e, neste período, os predadores estão presentes em número mais elevado. As plantas de até seis meses não são atrativas para o inseto em função da sua condição nutricional em função do nitrogênio, portanto a aplicação de inseticida no ato do plantio pode ser dispensada, com base nos dados desta pesquisa. É importante destacar que as populações de *Cinara* spp. vêm declinando em função do estabelecimento do complexo de inimigos naturais, representado pelos predadores juntamente com o parasitóide *X. bifasciatus* introduzido no Brasil, recentemente. Com relação aos danos, a avaliação a curto prazo não fornece um parâmetro confiável para estabelecer os níveis de danos, requerendo uma metodologia mais adequada e um tempo de observação mais prolongado. A avaliação sazonal da condição nutricional também pode fornecer informações relevantes para correlacionar este fato com as infestações e os fatores climáticos para fins de manejo do *Pinus*.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.M. & SILVA, V.B. 2002.** Primeiro registro de *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera, Coccinellidae): um coccinélídeo originário da região Paleártica. *Revista Brasileira de Zoologia* 19: 941-944.
- ALSTAD, D.N.; G.F. EDMUNDS JR. & L.H. WEINSTEIN. 1982.** Air pollution and insect populations. *Annual Review of the Entomology* 27: 369-384.
- ANÔNIMO. 2002.** Espécies de *Pinus* de produção no Brasil. *Revista da Madeira*. Edição Especial: 20-22.
- AZEREDO, E.H., P.C.R. CASSINO, E. LIMA. 2002.** Avaliação da infestação de insetos-praga associados à batata (*Solanum tuberosum* L.) sob efeito de nutrientes nitrogenados e potássicos e teores acumulados de aminoácidos livres nas cultivares Achat e Monalisa. *Revista Brasileira de Entomologia* 46: 7-14.
- BLACKMAN, R.L. & V.F. EASTOP. 1994.** Aphids on the world's trees: an identification and information guide. New York: J. Wiley & Sons. 986 p.
- BRODBECK, B. & D. STRONG. 1987.** Amino acid nutrition of herbivorous insects and stress to host plants. *In*: Barbosa, P. and Schultz, J. C. (eds). *Insect outbreaks*. Academic Press, San Diego, pp. 347-364.
- CIESLA, W.M. 1991.** Cypress aphid, *Cinara cupressi* in eastern and Southern Africa. *FAO plant Protection Bulletin*, Roma, 39: 82-93.
- DADD R.H.; T.E. MITTLER. 1965.** Studies on the artificial feeding of the aphid *Myzus persicae* Sulzer. III. Some major nutritional requirements. *Journal of Insect Physiology* 2: 717-43.
- EASTOP, V.F. 1972.** A taxonomic review of the species of *Cinara* Curtis occurring in Britain (Hemiptera: Aphididae). *Bulletin of the British Museum (Natura History) entomology*, London, 27 (2): 101-186.

- FARIA, A.B.C. 2004.** Monitoramento do Pulgão-do-Pinus e seu controle com aplicação de Imidacloprid. Dissertação de Mestrado. UFPR, Curitiba, 60 p.
- FOX, R.C. & K.H. GRIFFITH. 1977.** Pine seedling growth loss caused by cinaran aphids in South Carolina. *Journal of the Georgia Entomological Society*, Tifton, 12 (1): 29-34.
- FURNESS, R.L. & V.M. CAROLIN. 1977.** Western forest insects, USDA Forest Service, Misc. Pub, 1339, 654 p.
- FURUTA, K. 1998.** Annual alternating population size of the thuja aphid, *Cinara tujaefilina* (Del Guercio), and the impacts of syrphids and disease. *Journal of Applied Entomology*, Berlin, 105: 344-354.
- GRENBANK, D.O. 1956.** The role of climate and dispersal in the initiation of outbreaks of the spruce budworm in New Brunswick. I. The role of climate. *Canadian Journal of Zoology* 34: 453-476
- HSIAO, T.C. 1973.** Plant responses to water stress. *Annual Review Plant Physiology* 24: 519-570
- IEDE, E.T. 2003.** Monitoramento das populações de *Cinara* spp. (Hemiptera: Aphididae: Lachninae), avaliação de danos e proposta para o seu manejo integrado em plantios de *Pinus* spp. (Pinaceae), no sul do Brasil. Tese de Doutorado. UFPR, Curitiba, 171 p.
- IEDE, E.T., S.M.N. LAZZARI, S.R.C. PENTEADO, R.C. ZONTA-DE CARVALHO & R.F. RODRIGUES-TRENTINI. 1998.** Ocorrência de *Cinara pinivora* (Homoptera: Aphididae, Lachninae) em reflorestamentos de *Pinus* spp. no sul do Brasil. Congresso Brasileiro de Zoologia. Recife, PE. Anais. p. 141.
- KARLEY, A.J., W.E. PARKER, J.W. PITCHFORD & A.E. DOUGLAS. 2004.** The mid-season crash in aphid populations: why and how does it occur? *Ecological Entomology* 29: 383-388.

- KENNEDY, J.S. 1958.** Physiological conditions of the host plant and susceptibility to aphid attack. *Entomologia Experimentalis et Applicata*.1: 50-65.
- KFIR, R.; F. KIRSTEN & N.J. VAN RENSBURG. 1985.** *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasite introduced into South Africa for biological control of the black pine aphid *Cinara cronartii* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 14: 597-601.
- KFIR, R.; F. KIRSTEN. 1991.** Seasonal abundance of *Cinara cronartii* (Homoptera: Aphididae) and the effect of an introduced parasite, *Pauesia* sp. (Hymenoptera: Aphidiidae). *Riverside, Journal of Economic Entomology* 84: 76-82.
- KIDD, N. & M. JERVIS. 1995.** *Insect Natural Enemies*. Chapman & Hall, London.
- KIDD, N.A.C. 1985.** The role of host plant in the population dynamics of the large pine aphid, *Cinara pinea*. *Copenhagen, Oikos* 44: 114-122.
- KRAMER, P.J. 1983.** *Water Relations of Plants*. Academic Press, Orlando, FL.
- LARSSON, S. 1985.** Seasonal changes in the within-crown distribution of the aphid *Cinara pini* on Scots pine. *Copenhagen, Oikos* 45: 217-222.
- LARSSON, S. 1989.** Stressful times for the plant stress, insect performance hypothesis. *Copenhagen, Oikos* 56: 277-283.
- LAZZARI, S.M.N. & R.C. ZONTA DE CARVALHO. 2000.** Aphids (Homoptera: Aphididae: Lachninae: Cinarini) on *Pinus* spp. and *Cupressus* sp. in Southern Brazil. In: *International Congress of Entomology, XXI. Foz do Iguaçu, PR. Anais*. p. 493.
- LAZZARI, F.N., R.F.R. TRENTINI & R.C.Z. DE CARVALHO. 2004.** Occurrence of *Cinara* spp. (Homoptera, Aphididae) on *Pinus* spp. (Pinaceae), in the county of Lages-SC, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 48: 287-289.

- MARTINAT, P.J. 1987.** The role of climatic variation and weather in Forest insects outbreaks. In: Barbosa, P. and Schultz, J. C. (eds), Insects outbreaks. Academic Press, New York, pp. 241-268
- MATTSON, W.J. & R.A. HAACK. 1987.** The role of drought stress in provoking outbreaks of phytophagous insects. In press P. Barbosa, and J. Schultz, eds. Insect Outbreaks: Ecological and Evolutionary Perspectives. Academic Press, Orlando, FL
- MILLS, N.J. 1990.** Biological control of forest aphid pests in Africa. Bulletin Entomological Research, London 80: 31-36.
- MOERICKE, V. 1951.** Eine Farbfälle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulz.). Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstet, Stuttgart 3:23-24.
- MORRIS, R.F. 1964.** The value of historical data in population research, with particular reference to *Hyphantria cunea* Drury. The Canadian. Entomologist 96: 356-368
- OTTATI, A.L.T. 2004.** Aspectos bioecológicos do pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae), em *Pinus* spp. (Pinaceae). Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Botucatu,.133 p.
- PATTI, J.H., R.C. FOX. 1981.** Seasonal occurrence of *Cinara* spp. and *Essigella pini* Wilson on loblolly pine, *Pinus taeda* L. Journal of Georgia Entomological Society 16: 96-105.
- PENTEADO, S.R.C; R.F.TRENTINI, E.T. IEDE., W. REIS FILHO. 2000.** Pulgão do Pinus: nova praga florestal. Série Técnica IPEF. 13: 97-102.
- PENTEADO, S.R.C.; W. REIS-FILHO; E.T. IEDE; A. GRIGOLETTI-JUNIOR; E.C. QUEIROZ. 2001.**Ocorrência de *Verticillium lecanii* em Populações de *Cinara pinivora* e *Cinara atlantica*, no Brasil. IN: VII SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, Junho de 2001, Poços de Caldas, MG. Anais do VII Simpósio de Controle Biológico. Universidade Federal de Lavras. p. 324.

- PRICE, W.P. 1991.** The plant vigor hypothesis and herbivore attack. Copenhagen, Oikos 62: 244-251.
- RAVEN, H. P.; F. R. EVERT; S.E. EICHHORN. 1996.** Biologia Vegetal. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 587p.
- RHOADES, D. F. 1979.** Evolution of plant chemical defense against herbivores. In: Rosenthal, G. A. and Janzen, D. H. (eds), Herbivores: Their interaction with secondary plant metabolites. Academic Press, New York, pp. 3-54.
- ROBERT, Y. 1987.** Aphids and their environment. Dispersion and migration. p. 299-313. In: MINKS, A. K. & HARREWIJN, P. (eds). Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume 2. Elsevier, AE Amsterdam, Netherlands, 364 p.
- SARRUGE, J.R.; H.P. HAAG. 1974.** Análise química em plantas. Piracicaba, ESALQ. 56p.
- STADLER, B., A.F.G. DIXON & P. KINDLMANN. 2002.** Relative fitness of aphids: effects of plant quality and ants. Ecology Letters 5: 216- 222.
- STARK. R. W. 1959.** Population dynamics of the lodgepole needle miner *Recurvaria starki* Freeman, in Canadian rocky Mountain parks. Canadian Journal of Zoology 37: 917-943.
- TOMASELLI, I. & TUOTO, M. 2002.** Oferta de *Pinus* no Brasil. Revista da madeira.(ed. Especial), Curitiba, p. 6-8.
- TOMIZAWA, M.; J.E. CASIDA. 2003.** Selective toxicity of neonicotinoids attributable to Specificity of Insect and Mammalian Nicotinic Receptors. Annual Review of Entomology, Berkeley 48: 339-364.
- VAN EMDEN H.F. 1966.** Studies on the relations of insect and host plant. III. – a comparison of the reproduction of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae*.

(Hemiptera: Aphididae) on brussels spout plants supplied with different rates of nitrogen and potassium. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 9: 444-460.

**VAN EMDEN, H.F., V.F EASTOP, R.D. HUGHES. & M.J. WAY. 1969.** The ecology of *Myzus persicae*. *Annual Review of Entomology* 14: 197-270.

**VISSER, J.H. 1986.** Host odor perception in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology* 31:121-144.

**WEARING C.H. e H.F. VAN EMDEN. 1967.** Studies on the relations of insect and host Plant. I. – Effects of water stress in host plants in infestation by *Aphis fabae* Scop., *Myzus persicae* Sulz. and *Brevicoryne brassicae* L. *Nature*. 213 (5080). 1052p.

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

**ANEXOS**

**ANEXO 1.** Número total de *Cinara atlantica* (alada, áptera e ninfa) por estrato, em 20 plantas de *Pinus taeda* da Área II, sem inseticida, amostradas quinzenalmente, agrupadas por estação do ano: Verão (26/02-19/03/04); Outono (02/04-18/06/04); Inverno (01/07-21/09/04); Primavera (07/10-21/12/04); Verão (07/01-02/03/05); Outono (29/03-31/05/05), em Três Barras-SC.

Estação	Superior	Médio	Inferior
Verão	2	1	2
	7	15	19
	4	1	16
Outono	13	30	27
	0	8	10
	5	54	4
	51	74	23
	99	0	2
Inverno	161	129	143
	285	187	324
	130	62	47
	220	66	18
	273	33	38
	140	4	40
Primavera	8	8	0
	0	0	0
	22	30	0
	41	12	13
	131	27	1
Verão	140	65	22
	340	95	160
	91	80	68
	124	67	29
Outono	731	583	177
	1	2	1
	4	0	0
	68	53	22
	237	137	79
	4	106	517
Total	3332	1929	1802
Média	114,90	66,52	62,14
Desv. Pad.:	154,67	110,34	113,09

**ANEXO 2** Número total de fêmeas (aladas, ápteras e ninfas) de *Cinara atlantica* em 20 plantas de *Pinus taeda* da Área II, sem inseticida e de fêmeas aladas em duas armadilhas-amarelas-de-água, amostradas quinzenalmente, mas agrupadas por mês no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, em Três Barras-SC e dados meteorológicos.

	Armadilha	Alada	Áptera	Ninfa	Temp. Min	Temp. Máx.	Temp. Média	Pluvio. mm
fev-04	10	42	1	3	15,10	27,60	21,35	50,55
mar-04	94	33	0	58	13,40	27,60	20,50	55,12
abr-04	0	0	7	11	14,20	25,60	19,90	138,94
mai-04	1	1	34	176	8,40	18,30	13,35	154,18
jun-04	4	2	99	434	6,30	19,80	13,05	111,76
jul-04	9	4	178	854	7,30	18,00	12,65	101,85
ago-04	13	15	120	513	6,00	22,40	14,20	44,45
set-04	57	31	21	148	11,40	24,70	18,05	129,54
out-04	0	2	7	43	11,00	24,30	17,65	257,30
nov-04	1	29	4	192	13,20	25,40	19,30	109,22
dez-04	1	72	136	613	15,10	26,30	20,70	67,82
jan-05	0	22	44	173	16,52	27,19	21,85	73,66
fev-05	1	232	72	1407	15,04	28,43	21,73	27,69
mar-05	0	3	1	0	15,35	28,13	21,74	239,52
abr-05	0	9	9	129	14,57	25,13	19,85	150,37
mai-05	0	26	200	854	9,10	23,00	16,05	129,29

**ANEXO 3.** Número total de predadores, parasitóide (*Xenostigmus bifasciatus*) e média de *Cinara atlantica*/planta de *Pinus taeda* da Área II, sem inseticida, amostradas quinzenalmente, mas agrupadas por mês no período de fevereiro de 2004 a maio de 2005, em Três Barras-SC.

Mês	Predadores	Parasitóide	<i>C. atlantica</i>
fev/04	0	0	1,15
mar/04	1	0	2,28
abr/04	0	5	0,45
mai/04	0	2	5,28
jun/04	1	2	13,38
jul/04	4	4	25,90
ago/04	1	21	16,20
set/04	8	11	5,00
out/04	2	6	1,30
nov/04	5	1	5,63
dez/04	2	1	20,55
jan/05	1	1	5,98
fev/05	7	4	39,75
mar/05	5	3	0,10
abr/05	2	5	3,68
mai/05	18	2	27,00

**ANEXO 4.** Número total de *Cinara atlantica*, em 20 plantas de *Pinus taeda* da Área II, sem inseticida, Área III (inseticida e gel no ato do plantio) e Área IV (inseticida em rega no ato do plantio) amostradas quinzenalmente, em Três Barras-SC.

Datas	Área II						Área III						Área IV					
	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez	Fev	Abr	Jun	Ago	Out	Dez
26/02/04	5						1						1					
04/03/04	41						29						34					
19/03/04	21						12						2					
02/04/04	70						7						18					
16/04/04	18	0					0	0					0	0				
10/05/04	63	0					0	0					0	1				
28/05/04	148	4					0	0					0	0				
18/06/04	101	32	16				0	1	1				208	21	1			
01/07/04	434	360	30				11	5	4				493	32	1			
22/07/04	797	351	23				1	0	1				385	253	1			
04/08/04	239	26	58				1	1	0				59	116	0			
19/08/04	304	83	107				2	0	1				67	483	0			
02/09/04	344	194	175	107			13	4	3	2			280	172	11	2		
21/09/04	184	141	94	75			234	141	17	10			382	440	24	13		
07/10/04	16	3	7	16			5	6	31	0			1	26	9	2		
28/10/04	0	0	0	0	9		1	0	0	0	0		8	11	0	9	2	
09/11/04	52	38	37	0	7		3	1	0	1	0		9	11	0	1	0	
25/11/04	66	0	26	46	0		9	3	6	0	0		142	78	2	9	6	
08/12/04	159	44	7	41	1		52	29	8	1	0		71	58	6	11	1	
21/12/04	227	179	112	6	13	0	171	144	22	7	6	0	188	91	35	15	0	0
07/01/05	595	399	54	37	30	3	437	379	28	15	2	0	220	340	103	15	19	0
25/01/05	239	376	35	114	35	5	324	296	85	18	6	0	364	277	61	193	73	0
14/02/05	220	175	33	27	64	6	98	58	19	41	5	0	238	162	19	42	14	1
02/03/05	1370	795	615	679	201	84	2245	1181	1330	512	265	7	1688	2221	1140	728	175	33
29/03/05	4	0	0	7	1	8	4	18	14	0	14	0	2	4	0	1	1	6
13/04/05	4	2	0	0	0	2	9	1	35	0	14	0	0	5	0	0	1	0
29/04/05	143	219	56	2	38	0	320	54	34	49	0	0	125	128	23	39	21	17
12/05/05	453	298	110	159	120	36	159	100	354	81	35	6	319	121	17	10	146	1
31/05/05	627	478	2	43	190	41	425	235	145	99	101	3	19	43	143	0	669	288
Total	6944	4197	1597	1359	709	185	4573	2657	2138	836	448	16	5323	5094	1596	1090	1128	346
Média	239	168	73	80	51	19	158	106	97	49	32	2	184	204	73	64	81	35
Desv. Pad.	302	202	130	161	70	27	423	246	286	123	72	3	325	443	241	177	179	90

**Anexo 5.** Altura e diâmetro médio de 70 plantas de *Pinus taeda*, estabelecidas em diferentes épocas, medida no ato do plantio e no final do experimento (plantios 1, 2 e 3 aos 12 meses e 4, 5 e 6 aos 6 meses), nas áreas I (com inseticida durante todo o período), II (sem inseticida), III (inseticida e gel no ato do plantio), IV (inseticida em rega no ato do plantio); fevereiro de 2004 a maio de 2005, Três Barras-SC

	Altura				Diâmetro			
	ÁREA I	ÁREA II	ÁREA III	ÁREA IV	ÁREA I	ÁREA II	ÁREA III	ÁREA IV
PI 1 (fev)	26,81	27,14	27,92	25,4	5,83	3,51	7,52	6,46
12 meses	134,65	122,19	126,56	101,33	28,64	32,04	33,63	25,78
PI 2 (abr)	27,55	26,33	26,98	26,32	3,32	3,31	3,72	3,48
12 meses	119,77	103,56	116,97	103,07	30,08	24,94	28,03	24,73
PI 3 (jun)	17,87	18,31	16,30	19,15	8,99	5,14	5,71	3,10
12 meses	52,04	71,53	77,43	27,00	14,84	20,66	22,09	10,30
PI 4 (ago)	19,53	20,19	18,71	20,96	2,79	2,69	3,07	2,84
6 meses	73,73	51,83	67,64	50,16	20,12	15,16	20,84	14,86
PI 5 (out)	11,27	10,64	10,50	11,41	1,55	1,52	1,50	1,48
6 meses	52,04	28,09	45,73	93,19	14,84	9,91	15,44	27,07
PI 6 (dez)	16,09	16,49	17,15	16,82	2,62	2,42	2,57	2,39
6 meses	35,13	36,70	28,73	27,38	10,00	9,30	8,80	9,50