

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO - PR

**MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE ATAQUE DE
Sirex noctilio EM PLANTIOS DE *Pinus taeda* E
EFICIÊNCIA DOS INIMIGOS NATURAIS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SILVIO CAROLO JUNIOR

IRATI -PR

2015

SILVIO CAROLO JUNIOR

**MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE ATAQUE DE *Sirex noctilio* EM PLANTIOS DE
Pinus taeda E EFICIÊNCIA DOS INIMIGOS NATURAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Proteção Florestal, para a obtenção do título de mestre.

Prof^a. Dr^a Daniele Ukan
Orientadora

Dr^a Susete do Rocio Chiarello Penteado
Co-orientadora

Prof. Dr. Flávio Augusto de Oliveira Garcia
Co-orientador

IRATI-PR
2015

Catálogo na Fonte
Biblioteca da UNICENTRO

C293m	<p>CAROLO JUNIOR, Silvio. Monitoramento dos níveis de ataque de <i>Sirex noctilio</i> em plantios de <i>Pinus taeda</i> e eficiência dos inimigos naturais / Silvio Caroló Junior. – Irati, PR : [s.n.], 2015. 53f.</p> <p>Orientadora: Prof.^ª Dr.^ª Daniele Ukan Coorientadora: Dr.^ª Susete do Rocio Chiarello Penteadó Coorientador: Prof. Dr. Flávio Augusto de Oliveira Garcia Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Área de Concentração em Proteção Florestal. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná.</p> <p>1. Dissertação – Engenharia Florestal. 2. Parasitismo. 3. <i>Ibalia leucospoides</i>. 4. Controle biológico. I. Ukan, Daniele. II. Penteadó, Susete do Rocio Chiarello. III. Garcia, Flávio Augusto de Oliveira. IV. UNICENTRO. V. Título.</p> <p>CDD 20 ed. 585.2</p>
-------	--



Universidade Estadual do Centro-Oeste

Reconhecida pelo Decreto Estadual nº 3.444, de 8 de agosto de 1997


PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PARECER

Defesa Nº 81

A Banca Examinadora instituída pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais, do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Campus de Irati, após arguir o mestrando **Silvio Carolo Junior** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado **"MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE ATAQUE DE *S. noctilio* EM PLANTIOS DE *Pinus taeda* E EFICIÊNCIA DOS INIMIGOS NATURAIS"**, é de parecer favorável à APROVAÇÃO do estudante, habilitando-o ao título de **Mestre em Ciências Florestais**, Área de Concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais.

Curitiba-PR, 31 de julho de 2015.



Dr. Nilton José Sousa
Universidade Federal do Paraná
Primeiro Examinador



Dr. Susete do Rocio Chiarello Penteado
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Segunda Examinadora



Dr. Daniele Ukan
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora

Home Page: <http://www.unicentro.br>

Campus Santa Cruz: Rua Pires Zaccarias 876 – Cx. Postal 3016 – Fone: (42) 3521-1000 – FAX: (42) 3521-1030 – CEP 05.315-430 – GUARAPUAVA – PR
Campus CEDETEG: Rua Simão Carneiro Varela de SA, 03 – Fone/FAX: (42) 3620-8100 – CEP 05.040-260 – GUARAPUAVA – PR
Campus de Irati: PR 153 – Km 07 – Hozanna – Cx. Postal, 21 – Fone: (42) 3421-3000 – FAX: (42) 3421-3051 – CEP 84.500-000 – IRATI – PR

AGRADECIMENTOS

À Deus por todas as bênçãos recebidas e por sempre me dar forças para nunca desistir.

À minha esposa Deise Thais Natsume pelo companheirismo, paciência, amparo, amor, carinho e dedicação.

À minha filha Melissa Natsume Carolo por toda alegria, felicidade e pelo seu lindo sorriso que faz meus dias serem melhores.

Aos meus pais Silvio Carolo e Maria Irena Carolo e a minha irmã Silvia Maria Carolo por todo o esforço, amor e incentivo.

Ao meu sogro Renato Frank Natsume e minha sogra Sirlei Terezinha Natsume pelo acolhimento e por sempre me ajudarem sem medir esforços.

À professora Dr^a Daniele Ukan pela orientação, auxílio e amizade, do fundo do coração meus sinceros agradecimentos por todas as revisões e sugestões as quais foram primordiais para o enriquecimento deste trabalho.

À Dr^a Susete do Rocio Chiarello Penteado pela co-orientação neste trabalho colaborando de forma imensurável com sugestões valorosas.

Ao professor Dr. Flávio Augusto de Oliveira Garcia pela críticas construtivas que ajudaram no desenvolvimento este trabalho.

Aos Amigos Helio (Heria), Esmael (Degas), Eder (Nacho Libre), Douglas (Panda), Reinaldo (Aldo), Mauricio (Bambi), Ricardo (Peba), Oldemar (Tocha), Emanuel (Mirão), Ademir (*in memorian*), Thiago (Toco), Rodrigo (Galo) e irmãos Goulart pela amizade acima de tudo.

Às amigas que conquistei ao longo desta jornada Murilo, Diego, Oscar, João, Julio, Saulo, Cristian, Marcos, Mario, Marçal.

À empresa Refflorasul Agroflorestral S.A. por todo o suporte e por permitir a utilização dos dados.

À EMBRAPA Florestas pelo acolhimento e treinamento referente à avaliação do parasitismo.

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste pela oportunidade concedida.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 <i>Pinus</i> spp e sua importância	4
3.2 Vespa-da-Madeira (<i>Sirex noctilio</i>)	5
3.2.1 Classificação taxonômica de <i>Sirex noctilio</i>	5
3.2.2 Morfologia e ciclo biológico de <i>S. noctilio</i>	5
3.2.3 Distribuição geográfica de <i>S. noctilio</i>	7
3.2.4 Danos e identificação de árvores atacadas por <i>S. noctilio</i>	8
3.2.5 Medidas de prevenção e de monitoramento da vespa-da-madeira	9
3.2.5.1 Árvores-armadilha	9
3.2.5.2 Amostragem sequencial.....	10
3.3 Métodos de controle de <i>S. noctilio</i>	12
3.3.1 Controle silvicultural	12
3.3.2 Controle biológico	12
3.3.2.1 Nematóide <i>Deladenus siricidicola</i>	13
3.3.3 Insetos parasitóides.....	16
3.3.3.1 <i>Ibalia leucospoides</i>	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Localização da área de estudo	17

4.2	Instalação e inspeção das árvores-armadilha.....	17
4.3	Coleta e preparo das amostras para avaliação do parasitismo	19
4.4	Avaliação do parasitismo de <i>D. siricidicola</i>	21
4.5	Avaliação do parasitismo por <i>Ibalia leucospoides</i>	22
4.6	Determinação da porcentagem de ataque de <i>S. noctilio</i>	22
4.6.1	Amostragem sequencial.....	22
4.6.2	Censo (1 ha).....	23
4.7	Aferição entre as metodologias utilizadas para o monitoramento e controle de <i>S. noctilio</i> .	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5.1	Emergência dos adultos de <i>S. noctilio</i>	24
5.2	Avaliação do parasitismo por <i>D. siricidicola</i>	26
5.3	Avaliação do parasitismo por <i>Ibalia leucospoides</i>	29
5.4	Avaliação do ataque nas árvores-armadilha	30
5.5	Avaliação do ataque utilizando a amostragem sequencial.....	31
5.6	Avaliação do ataque no censo (1 ha)	32
5.7	Aferição entre as metodologias utilizadas para o monitoramento e controle de <i>S. noctilio</i>.	34
6.	CONCLUSÕES.....	36
7.	RECOMENDAÇÕES.....	37
	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	38
	APÊNDICES	42
	APÊNDICE A.	43
	APÊNDICE B.....	44

Lista de Figuras

Figura 1. Esquema de amostragem sequencial.....	11
Figura 2. Tabela de amostragem sequencial	11
Figura 3. Grupo de árvores-armadilha utilizado para o monitoramento de <i>Sirex noctilio</i>	18
Figura 4. Martelo de aplicação utilizado para abertura de orifício para inoculação do nematóide no torete de 1 m de comprimento selecionado para a avaliação.....	19
Figura 5. Tambores de armazenamento dos toretes cobertos com sombrite.....	20
Figura 6. Ilustração da avaliação da presença de nematóides no interior de machos e fêmeas de <i>S. noctilio</i>	21
Figura 7. Emergência dos adultos de <i>S. noctilio</i> nas fazendas Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a fevereiro de 2014, Palmas – PR.....	25

Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Adultos de *Sirex noctilio* que emergiram de toretes coletados de árvores-armadilha inoculados e não inoculados com *Deladenus siricidicola*. Novembro de 2013 a fevereiro de 2014. Fazenda Alegria e Juca Fabrício, Município de Palmas – PR.....24
- Tabela 2.** Número de adultos de *S. noctilio* emergidos durante o período de novembro de 2013 a fevereiro de 2014, nas fazendas Alegria e Juca Fabrício, Palmas – PR.....26
- Tabela 3.** Adultos de *S. noctilio* que emergiram dos toretes das árvores-armadilha inoculados e não inoculados com o nematóide e porcentagem de parasitismo. Fazenda Alegria e Juca Fabrício, Município de Palmas - PR.27
- Tabela 4.** Número de adultos de *S. noctilio* emergidos dos toretes que receberam e não receberam inoculação do nematóide *D. siricidicola* nas Fazendas Alegria e Juca Fabrício no município de Palmas – PR.....28
- Tabela 5.** Porcentagem de parasitismo de *I. leucospoides* na fazenda Alegria e Juca Fabrício, no período de Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014 no município de Palmas – PR.....30
- Tabela 6.** Porcentagem de árvores atacadas por *S. noctilio* nos grupos de árvores-armadilha nas fazendas Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014, Palmas – PR.....31
- Tabela 7.** Porcentagem de árvores atacadas por *S. noctilio* encontradas na amostragem sequencial na fazenda Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014, Palmas – PR.....31
- Tabela 8.** Porcentagem de árvores sadias e atacadas por *S. noctilio* encontradas no censo de 1 ha realizada na fazenda Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014, Palmas – PR.....32
- Tabela 9.** Comparação do número de árvores atacadas por *S. noctilio* em dois métodos de monitoramento da praga, na fazenda Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014, Palmas – PR.....34

RESUMO

Silvio Carolo Junior. Monitoramento dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* em plantios de *Pinus taeda* e eficiência dos inimigos naturais

Os principais prejuízos causados aos reflorestamentos pelos insetos-pragas são as avarias ao planejamento florestal e as perdas econômicas, sendo que nos plantios de *Pinus taeda* destaca-se a praga *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). Este trabalho teve como objetivo determinar a dispersão natural e a eficiência dos agentes de controle biológico de *Sirex noctilio*. O experimento foi instalado no município de Palmas – PR em dois plantios de *Pinus taeda*, sendo um com desbaste (12 anos – 1051 árvores/ha) fazenda Juca Fabrício e outro sem desbaste (13 anos – 1600 árvores/ha) fazenda Alegria. Em cada área foram instalados 05 grupos de árvores-armadilha. Após a inspeção das árvores-armadilha, as árvores atacadas foram seccionadas em toretes de 1m de comprimento e armazenadas em tambores divididos em dois tratamentos, com e sem a aplicação do nematóide *Deladenus siricidicola*. Para a determinação da porcentagem de ataque foram utilizadas três metodologias, sendo elas: árvores-armadilha, amostragem sequencial e censo (1 ha). A porcentagem de parasitismo pelo nematóide *D. siricidicola* foi de 17,31% na fazenda Alegria, sendo 15,28% no tratamento sem aplicação do nematóide e 19,23% no tratamento com aplicação do nematóide. Na fazenda Juca Fabrício, a porcentagem de parasitismo pelo nematóide foi de 37,78%, sendo que nos toretes que não foi aplicado o controle biológico o parasitismo foi de 40% e 33,33% nos toretes em que ocorreu a inoculação. Quanto ao parasitismo por *Ibalia leucospoides* o mesmo foi de 13,33% na fazenda Alegria e 8,16 na fazenda Juca Fabrício. Na fazenda Alegria foi constatado 40% de árvores atacadas nas árvores-armadilha, 0,51% na amostragem sequencial e 0,37% das árvores atacadas no censo. Na fazenda Juca Fabrício 28%, 0,15% e 0,21% das árvores encontravam-se atacadas nas árvores-armadilha, amostragem sequencial e no censo respectivamente. As metodologias testadas para a determinação da presença da vespa-da-madeira, as árvores-armadilha, amostragem sequencial e censo mostraram-se satisfatórias, sendo que o censo demonstrou maior rigor na determinação do nível de ataque. O nematóide *Deladenus siricidicola* encontra-se estabelecido nas duas fazendas. A dispersão de *Deladenus siricidicola* e *Ibalia leucospoides* ocorreu nas áreas do estudo.

Palavras-chave: *Sirex noctilio*, parasitismo, *Ibalia leucospoides*, controle.

ABSTRACT

Silvio Carolo Junior. Monitoring *Sirex noctilio* attack levels in *Pinus taeda* plantations and efficiency of natural enemies.

The main damage caused to reforestation by insect pests are the breakdowns for forest planning and economic losses, and in pine plantations there is the plague *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). This study aimed to determine the natural dispersion and the efficiency of biological control agents *Sirex noctilio*. The experiment was installed in the city of Palmas - PR in two loblolly pine plantations, one with thinning (12 years -1051 trees/ha) Juca Fabricio's farm and one without thinning (13 years -1600 trees / ha) Alegria's farm. In each area were installed 05 groups of trees-trap. After inspection of the trees-trap, the attacked trees were cut into small logs of 1m length and stored in drums divided into two treatments with and without the application of nematode *Deladenus siricidicola*. To determine the percentage of attack were used three methods, namely: trees - trap, sequential sampling and census (1 ha). The nematode parasitism by *D. siricidicola* was 17.31% on the Alegria's farm, being 15.28% in the treatment without application of nematode and 19.23% in the treatment with application of nematode. On the Juca Fabricio's farm, the percentage of parasitism by nematodes was 37.78%, and the small logs that was not applied biological control parasitism was 40% and 33.33% in small logs that inoculation occurred. As for parasitism by *Ibalia leucospoides* it was 13.33% in Alegria's farm and 8.16 on the Juca Fabricio's farm. Alegria's farm was found in 40% of trees attacked the trees-trap, 0.51% in the sequential sampling and 0.37% of attacked trees in the census. On the Juca Fabricio's farm 28%, 0.15% and 0.21% of the trees were attacked-in the trees-trap, sequential sampling and census respectively. The methods tested for determining the presence of wood-wasp, trees-trap, sequential sampling and census proved satisfactory, with the census showed higher accuracy in the determination of the level of attack. The nematode *Deladenus siricidicola* is set out in two farms. The dispersion *Deladenus siricidicola* and *Ibalia leucospoides* occurred in areas of study.

Key-words: *Sirex noctilio*, Parasitism, Monitoring, Control.

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal se mantém aquecido e em ascensão, apesar da recente crise econômica que afeta o país. Boa parte desse aquecimento decorre das vendas de produtos florestais realizadas ao mercado externo, levando-se em conta a alta do dólar. Os principais responsáveis pelo abastecimento das empresas do segmento da madeira, como indústrias de painéis de madeiras, de polpa e papel, madeiras serradas, entre outras, são provenientes de áreas plantadas com espécies exóticas, principalmente do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*.

Para atender a crescente demanda por madeira, as empresas florestais estão expandindo suas áreas de plantios, seja em terras próprias, arrendadas, em áreas de parceiros ou através de programas de fomento florestal. No entanto quando estes plantios são implementados e conduzidos sem as devidas técnicas, que vão desde o preparo do solo, escolha da espécie, as práticas silviculturais e manejo adequadas, os mesmos tornam-se locais ideais para o surgimento de pragas florestais, que podem ocorrer em função da utilização de técnicas inapropriadas, aliadas à disponibilidade de alimento e à ausência ou baixa efetividade de inimigos naturais.

Dentre as principais pragas florestais pode-se citar a *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae), popularmente conhecida como vespa-da-madeira, a qual ataca povoamentos de *Pinus* sp, provocando severos danos aos mesmos. A vespa-da-madeira é atraída preferencialmente por plantios estressados, ou seja, povoamentos florestais em que não ocorrem desbastes ou quando estes estão atrasados, aliados à sítios de baixa produtividade.

Atualmente vem ocorrendo surtos de ataque de *S. noctilio*, principalmente nas áreas dos pequenos produtores, os quais nem sempre utilizam técnicas apropriadas para a condução de seus reflorestamentos, assim como, o monitoramento da vespa-da-madeira e o controle biológico desta praga.

O monitoramento da vespa-da-madeira é realizado através da instalação e a inspeção de árvores-armadilha ou amostragem sequencial. As árvores-armadilhas são pontos estratégicos para a detecção precoce da presença da praga, enquanto que a amostragem sequencial é utilizada para determinar a porcentagem do nível de ataque de *S. noctilio*. As árvores atacadas, em ambas às metodologias, são utilizadas para a introdução dos inimigos naturais, os quais têm a capacidade de manter a população da vespa-da-madeira abaixo do nível de dano econômico.

Um dos principais agentes de controle de *S. noctilio* é o nematóide *Deladenus siricidicola*, assim como, o parasitóide de ovos e larvas, a *Ibalia leucospoides*. Para que ocorra a redução do ataque da vespa-da-madeira ao cultivo florestal pode-se utilizar além do controle biológico o controle silvicultural, o qual se dá através do correto manejo da floresta, principalmente pela realização dos desbastes. Quando combinados estes dois métodos tem-se um dos principais e mais eficientes programas de manejo integrado de pragas do país.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Determinar a dispersão natural e a eficiência dos agentes de controle biológico de *Sirex noctilio*.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar a eficiência das árvores-armadilhas, amostragem sequencial e censo na determinação dos níveis de ataque da vespa-da-madeira em plantios de *Pinus taeda* com e sem desbaste.

- Comparar o parasitismo natural de *Deladenus siricidicola* com o parasitismo induzido em plantios de *Pinus taeda* com e sem desbaste.

- Avaliar a ocorrência e eficiência do parasitóide *Ibalia leucospoides*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *Pinus* spp e sua importância

No Brasil, os plantios florestais começaram há mais de um século. No ano de 1947 o *Pinus* foi trazido para o país e desenvolveu-se muito bem na região sul (SNIF, 2015).

Devido aos incentivos fiscais que ocorreram na década de 60, os reflorestamentos com o *Pinus* spp. foram intensificados, principalmente nos estados do sul devido à adaptação das espécies introduzidas, onde houve a expansão gradativa dos plantios comerciais (EMBRAPA-CNPF, 1988).

As condições de adaptação do gênero *Pinus* aos solos ligeiramente ácidos, característica preponderante no país, permitiram a implantação de extensas áreas que, juntamente com a adoção de práticas silviculturais adequadas, tornam as espécies do gênero importantes fontes de matéria-prima, proveniente de florestas estabelecidas dentro de padrões de sustentabilidade (KRONKA et al., 2005). De acordo com ABRAF (2013) a área de plantios de *Pinus* no Brasil é de 1.562.782 ha, sendo que o estado do Paraná possui 39,6% deste total.

As plantações de *Pinus* spp. são relevantes para o setor florestal brasileiro, principalmente por agregarem valor desde o pequeno produtor até os vários segmentos industriais como os de laminação, serraria, papel e celulose, chapas e geração de energia (SHIMIZU, 2008).

Uma vez que exista a intenção de se estabelecer um povoamento florestal, com uma determinada espécie, existirá a necessidade de se conceber (e praticar) um regime silvicultural apropriado (SMITH, 1986; EVANS, 1984 citado por AHRENS, 1992).

O regime silvicultural, também denominado regime de manejo, deverá incluir pelo menos os seguintes componentes (CLUTTER, 1983; DAVIS e JOHNSON, 1987; BUNGIORNO e GILLESS, 1987 citado por AHRENS, 1992): espaçamento inicial, regime de desbaste, regime de poda e idade para rotação.

De acordo com Nogueira e Leite (2015) os desbastes florestais permitem incrementar a produção de madeira comercializável, melhorar a qualidade do produto final, aumentar a rentabilidade da floresta e diminuir riscos de prejuízos causados por mortalidade regular, ocasionadas pela competição entre as plantas.

De acordo com Costa et al. (2014) desbastes ocasionais e seletivos são importantes para impedir a dispersão da vespa-da-madeira, além de que, povoamentos conduzidos e manejados adequadamente não sofrem perdas econômicas em função do ataque desta praga.

3.2 Vespa-da-Madeira (*Sirex noctilio*)

Penteado et al. (2002) descrevem que os danos provocados pela vespa-da-madeira, principal inseto-praga em plantios de *Pinus*, são severos entretanto, é possível reduzir estas perdas e manter a praga sob controle.

3.2.1 Classificação taxonômica de *Sirex noctilio*

De acordo com Neumann et al. (1987) citado por Penteado (1995), *S. noctilio* apresenta a seguinte classificação:

Ordem: Hymenoptera

Sub-ordem: Symphyta

Família: Siricidae

Subfamília: Siricinae

Gênero *Sirex* Linnaeus, 1761

Espécie *Sirex noctilio* Fabricius, 1793

3.2.2 Morfologia e ciclo biológico de *S. noctilio*

De acordo Costa et al. (2014) *S. noctilio* desenvolve-se por metamorfose completa (holometabolia), ou seja, possui as fases de ovo, larva, pupa e adulto.

Penteado et al. (2014) relatam que o *S. noctilio* é atraído para árvores de *Pinus* estressadas, perfurando o tronco onde deposita seus ovos. Cada fêmea produz em média 226 ovos (CARVALHO, 1992).

Durante a postura, além dos ovos, a fêmea introduz na árvore também os esporos de um fungo simbiote, *Amylostereum areolatum* e uma mucosecreção. O fungo e o muco, juntos são tóxicos à planta e muitas das árvores atacadas podem apresentar clorose das

acículas em torno de 10 a 14 dias após o ataque, sendo que o progresso desta clorose depende da intensidade do ataque e da suscetibilidade da árvore hospedeira (PENTEADO et al., 2002).

Os ovos são brancos, alongados com superfície lisa, colocados a uma profundidade média de 12 mm (EMBRAPA FLORESTAS, 2011). Carvalho (1992) cita que o período de incubação dura em torno de 14 a 28 dias.

Iede et al. (1988) descrevem as larvas como cilíndricas, de coloração esbranquiçada, com três pares de patas torácicas; vestigiais e um pequeno espinho marrom-avermelhado na região supra-anal. As mandíbulas são fortes e de coloração marrom-avermelhada.

Na fase de pré-pupa, as larvas tendem a se aproximar da região cambial da madeira, onde escavam suas câmaras pupais (COSTA, et al., 2014).

Entre os meses de setembro e outubro, as larvas dão origem às primeiras pupas, que se transformam em adultos a partir do final de outubro (EMBRAPA FLORESTAS, 2011).

As pupas de *S. noctilio* são brancas, do tipo exarata e apresentam um tegumento fino e transparente, tornando-se escurecidas próximo à emergência dos adultos (IEDE e ZANETTI, 2007). Conforme Carvalho (1992) a duração do período pupal varia de 16 a 20 dias. Costal et al., (2011) expõem que os adultos variam de 1 a 3,5 cm de comprimento.

Segundo Neumann et al. (1987) citado por Gaiad (2001), as fêmeas são de coloração azul metálica, exceto nas asas e pernas onde são âmbar, apresentam um ovipositor protegido por uma bainha, projetado cerca de 2 a 3 mm para fora do abdômen, possuem pernas delgadas e antenas maiores que a dos machos. Os autores ainda descrevem que o macho apresenta tórax azul metálico com segmentos abdominais marrom alaranjados e as pernas anteriores e médias delgadas e as posteriores robustas para facilitar a cópula.

Na fase adulta, os insetos não se alimentam e são totalmente dependentes das reservas de gordura do corpo (MADDEN, 1974).

Após a emergência, os machos se aglomeram ao redor da copa, no topo das árvores. As fêmeas dirigem-se à estas aglomerações e o acasalamento ocorre nos galhos superiores. A reprodução de *S. noctilio* pode ser sexuada ou assexuada, sendo que da última só originam-se machos (partenogênese arrenótoca) (MORGAN, 1968; TAYLOR, 1981 citado por GAIAD 2001).

A proporção macho:fêmea varia de 1,5:1 a 16,5:1, sendo que os machos emergem uma semana antes das fêmeas (TAYLOR, 1981).

De acordo com Penteado (1995) a maioria das larvas concentram-se do terço médio ao terço superior da árvore.

No Brasil, esta praga normalmente tem ciclo de um ano, sendo que os adultos voam no período de outubro a meados de janeiro, com picos populacionais entre novembro e dezembro (EMBRAPA FLORESTAS, 2011).

Em árvores muito estressadas, ou quando o ataque ocorre em uma bifurcação, pode ocorrer um ciclo curto, com duração de 3 a 4 meses (PENTEADO et al., 2002).

3.2.3 Distribuição geográfica de *S. noctilio*

S. noctilio é originário da Europa, Ásia e norte da África e foi introduzido na Nova Zelândia, Austrália, Uruguai, Argentina, Chile, África do Sul, Brasil, Estados Unidos e Canadá (SMITH, 1978 citado por IEDE et al., 1988).

De acordo com Ribas Junior (1993) *S. noctilio* estabeleceu-se na Nova Zelândia em 1900. De 1940 a 1949 houve grande mortalidade de árvores de *P. radiata* e em 1952 a vespa-da-madeira foi introduzida na Austrália, sendo que várias tentativas para erradicar a praga não obtiveram efeito.

Na década de 1980 *S. noctilio* foi registrado na América do Sul, mais precisamente no Uruguai (REBUFFO, 1990). Na Argentina foi detectada, pela primeira vez em 1985 na província de Entre Ríos, próxima à divisa com o Uruguai e em 1993, na zona de San Carlos de Bariloche, Província de Río Negro (KLASMER et al., 2000). Em fevereiro de 1994, no Vale de Calamuchita na Província de Córdoba (SANASA, 2004).

No Brasil, a primeira ocorrência foi no ano de 1988, no estado do Rio Grande do Sul, nos municípios de Gramado, Canela e São Francisco de Paula (IEDE et al., 1988).

No ano de 1989 foi registrada a presença desta praga no município de Lages – SC, e em 1994, em Palmas no Paraná, ambas em grupamentos de árvores-armadilha (PENTEADO, 1995).

Até o ano de 2004 *S. noctilio* ficou restrita aos estados do sul do país, quando foi então detectada em São Paulo, nos municípios de Jundiaí, Capão Bonito, Itapeva e Itapirapuá Paulista. Em janeiro de 2005 foi detectada em plantios de *Pinus patula* em Minas Gerais (IEDE e ZANETTI, 2007).

3.2.4 Danos e identificação de árvores atacadas por *S. noctilio*

Segundo Iede et al. (1993) os plantios com idade compreendida entre 10 e 25 anos e não desbastados são os mais susceptíveis ao ataque de *S. noctilio*.

Penteado et al. (2002) descrevem que a vespa-da-madeira é atraída preferencialmente por árvores estressadas, que apresentam as condições ideais para o desenvolvimento das suas larvas. Os autores ressaltam que as árvores preferidas são aquelas que apresentam menor diâmetro e encontram-se no estrato das dominadas, embora as árvores dominantes possam também ser atacadas.

Para Ribas Junior (1993) as árvores mais susceptíveis ao ataque de *Sirex noctilio* geralmente têm mais de 12 anos de idade e estão fisiologicamente estressadas. O autor revela que o inseto aumenta esse estresse nas árvores pela injeção no alburno, durante a oviposição, de um muco fitotóxico e esporos do fungo simbiote patogênico *Amylostereum areolatum*.

O principal dano é provocado na ocasião da postura, onde a ação do fungo e do muco desencadeia uma série de reações na árvore, culminando em sua morte. Além disso, a madeira atacada torna-se imprópria para o uso comercial (PENTEADO et al., 2002).

De acordo com Embrapa Florestas (2011), os principais danos provenientes do ataque de *S. noctilio* são as galerias causadas pelas larvas que se desenvolvem no interior da madeira, as manchas azuladas ocasionadas por fungos oportunistas do gênero *Botryodiplodia* e os orifícios de emergência, provocados pelos insetos adultos que perfuram a madeira para sua emergência.

Ribas Junior (1993) reforça que presença das larvas escavando galerias altera a qualidade da madeira em relação à sua estrutura e aparência. O autor afirma que a instalação do fungo *Amylostereum areolatum* provoca a podridão branca, degrada a celulose e a lignina alterando as qualidades químicas, anatômicas e físicas (densidade e umidade), e que provavelmente arcará em prejuízos ao processo de produção de polpa.

Após a morte da árvore, a madeira se degrada rapidamente e sua utilização deve ser feita no máximo até seis meses após ter sido atacada (GAIAD, 2001).

De acordo com Costa et al. (2011), os sintomas de ataque começam a aparecer logo após os picos populacionais do inseto, sendo mais visíveis após a revoada, a partir do mês de novembro.

Penteado et al. (2002), mencionam que as características externas mais visíveis que denotam a presença de *S. noctilio* são: respingos de resina, amarelecimento da copa, orifícios de emergência, manchas azuladas e galerias no interior da madeira.

3.2.5 Medidas de prevenção e de monitoramento da vespa-da-madeira

De acordo com Embrapa Florestas (2011) as medidas de prevenção são as seguintes: Realizar desbastes, adotar medidas de sanidade florestal, eliminando-se restos de desbastes com diâmetro superior a 5 cm, evitar a realização da poda, pelo menos dois meses antes e durante o período de vôo do inseto, não transportar a madeira atacada para áreas sem a presença do inseto.

Ainda segundo Penteado et. al. (2002) deve-se:

- Evitar o plantio em áreas com declive acentuado (acima de 25°), onde torna-se difícil a realização de tratos silviculturais, principalmente desbastes;
- Intensificar o manejo em sítios ruins, com solos rasos e pedregosos;
- Treinar empregados rurais, de serrarias e de transporte de madeira para identificação da praga;
- Utilizar medidas de prevenção detecção e controle de incêndios florestais.

3.2.5.1 Árvores-armadilha

Para que uma árvore funcione como armadilha, ela deverá ser estressada lentamente, tornando-se atrativa à vespa-da-madeira, o que poderá ser feito pela aplicação de herbicida (PENTEADO et al., 2002).

O monitoramento com o uso de árvores-armadilha deve ser realizado anualmente para a detecção precoce da praga (EMBRAPA FLORESTAS, 2011). As árvores-armadilha são locais que permitem a imediata introdução de inimigos naturais, para que se reestabeleça o equilíbrio populacional (RODIGHERI et al., 2006).

De acordo com Penteado et al., (2002), para que a instalação das árvores-armadilha seja bem executada, devem ser seguidas algumas orientações:

- A instalação deve ser realizada no período de 15 de agosto a 30 de setembro e a distribuição das armadilhas deve cobrir toda a área de reflorestamento, situando-se em locais de fácil acesso e próximos às bordas, o que facilita a derrubada e inspeção das árvores;
- A cada 100 ha deve-se instalar quatro grupos de cinco árvores de pinus, as quais devem ser estressadas através do uso de um herbicida (Padron ou Tordon);
- O herbicida 2,4 – D amina + picloran deve ser utilizado a 10%, para *P. taeda*. e sem diluição para *P. elliottii*. Para aplicar o herbicida recomenda-se retirar os ramos da parte inferior da árvore, para facilitar a operação. A uma altura de 1 metro realizar um entalhe a cada 10 cm de circunferência em um ângulo de 45° com uma machadinha e aplicar de 1 a 2 ml do herbicida;
- A inspeção dos grupos de árvores-armadilhas deve ser realizada entre fevereiro e maio, verificando se há a presença ou não do inseto. Para isto cada árvore do grupo deve ser derrubada e examinada pela coleta de toretes de 20 cm de comprimentos, retirados preferencialmente do terço médio da árvore, verificando os sintomas de respingos de resina, presença de galerias e larvas da vespa-da-madeira;
- Nas árvores que forem identificadas como atacadas, deve-se inocular o nematóide *Deladenus siricidicola*, até o final do mês de julho do mesmo ano em que o ataque foi constatado;

A partir de 1% de ataque da da vespa-da-madeira em um local, o monitoramento deve ser realizado através da amostragem sequencial (PENTEADO et al., 2008).

3.2.5.2 Amostragem sequencial

A definição da área atacada e o monitoramento da dispersão da vespa-da-madeira são atividades essenciais em um programa de controle deste inseto. Isto pode ser realizado pela utilização da amostragem sequencial (Figura 1), onde a amostra é dimensionada em função dos níveis de ataque (PENTEADO et al., 2002).



Figura 1. Esquema de amostragem sequencial
Fonte: Embrapa Florestas, 2005.

Deve-se realizar uma amostragem por talhão de até 50 ha, avaliando-se, no máximo, 40 árvores por linha, intercalando 8 linhas antes de passar para a próxima linha a ser avaliada e assim sucessivamente até o final da amostragem (PENTEADO et al., 2002).

A Figura 2 demonstra o número de árvores a serem avaliadas em função da porcentagem de ataque.

Número de árvores amostradas	Número de árvores atacadas	
	Atacadas da amostra	Mínimo para interromper a amostragem
68		34
74		36
80		37
87		38
94		39
102		41
111		42
121		44
132		45
145		46
159		48
175		49
194		50
215		52
241		53
272		54
272		*

* Neste ponto, interromper a amostragem, independente do número de árvores atacadas encontradas na amostra.

Figura 2. Tabela de amostragem sequencial.
Fonte: Embrapa Florestas, 2005.

Inicia-se a amostragem com 68 árvores no mínimo; se o número de árvores atacadas for menor que o número da terceira coluna da tabela, continua-se a amostragem até que o número de árvores atacadas seja igual ou maior ao número da terceira coluna e, neste caso, considera-se a amostragem completa. Quando se atinge 272 árvores amostradas, deve-se

interromper a amostragem e utilizar, para o cálculo da porcentagem de ataque, o número de árvores atacadas encontradas na amostra (EMBRAPA FLORESTAS, 2005).

A amostragem sequencial é atualmente a alternativa mais viável, pois a amostra é dimensionada no campo, em função dos níveis de ataque, desse modo, não ocorre falta de precisão por tamanhos reduzidos e nem desperdício com amostras muito grandes (PENTEADO, et al., 2002).

Se o talhão não for homogêneo, realizar pelo menos, mais uma amostragem no mesmo talhão, calculando-se a porcentagem de árvores atacadas, pela média das amostragens realizadas (EMBRAPA FLORESTAS, 2005).

Como a época de ocorrência dos adultos da vespa-da-madeira é de outubro a janeiro, recomenda-se fazer a amostragem de março a maio, pois, nesse período, as árvores atacadas já apresentam os sintomas de ataque, sendo possível definir o número de árvores a serem inoculadas como o nematóide (PENTEADO et al., 2002).

3.3 Métodos de controle de *S. noctilio*

3.3.1 Controle silvicultural

Face ao caráter oportunista da praga, a adoção de práticas silviculturais adequadas para manter a sanidade e o vigor dos plantios de pinus é o princípio fundamental para prevenir ataques severos (IEDE et al., 2009).

Recomendam-se desbastes ocasionais e seletivos, importantes para impedir sua distribuição, pois povoamentos bem conduzidos e bem manejados não sofrem perdas econômicas (COSTA et al., 2011).

3.3.2 Controle biológico

A avaliação da eficiência dos inimigos naturais é de fundamental importância no monitoramento do *S. noctilio*. Isto auxiliará na tomada de decisões sobre a necessidade de novas inoculações do nematóide e liberação dos parasitóides (PENTEADO et al., 2002).

O controle biológico da vespa-da-madeira é realizado pela utilização do nematóide *Deladenus (Beddingia) siricidicola* e dos parasitóides *Ibalia leucospoides*, *Megarhyssa nortoni* e *Rhyssa persuasoria*.

3.3.2.1 Nematóide *Deladenus siricidicola*

A posição sistemática de *D. siricidicola* é a seguinte (THORNE, 1961 apud NIEFER, 1994).

Reino: Animalia

Sub-reino: Eumetazoa

Divisão: Bilaterata

Subdivisão: Protostomia

Superphilum: Pseudocoelomate

Phylum: Nematoda

Classe: Secernentea

Ordem: Tylenchidae

Superfamília: Tylenchoidea

Família- Neotylenchidae

Subfamília: Neotylenchinae

Gênero: *Deladenus*

Espécie: *D. siricidicola* Bedding

O agente de controle biológico mais importante para o controle da vespa-da-madeira é o nematóide *Deladenus siricidicola*, o qual foi introduzido no Brasil e é criado massalmente na Embrapa Florestas, contando com o apoio do Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira – FUNCEMA (IEDE et al., 2009).

O nematóide é produzido, anualmente, no período de março a agosto, e enviado aos proprietários de plantios de *Pinus* atacados pela vespa-da-madeira na forma de doses de 20 mL, contendo, cada uma, cerca de um milhão de nematóides. Cada dose é suficiente para a inoculação de 10 árvores, em média, sendo que, em cada árvore são inoculados em torno de 100.000 nematóides (PENTEADO et al., 2014).

Para aplicar o nematóide em árvores atacadas pela vespa-da-madeira é necessário misturá-lo a uma gelatina para mantê-los hidratados até que penetrem nas árvores. Para isso, segue-se a recomendação de Penteado et. al (2002).

Penteado et al. (2014) ainda realizaram uma pesquisa com a finalidade de desenvolver uma nova tecnologia para a substituição da gelatina por outro espessante, o qual deveria ter como característica o fácil preparo, para otimização do processo de inoculação e que assegurasse a padronização da atividade. O hidrogel foi a alternativa que apresentou o melhor resultado em laboratório, por ter o menor custo, não afetar a sobrevivência do nematóide e ter maior estabilidade quando armazenado em geladeira. Segundo os autores o preparo do inóculo utilizando o hidrogel segue o seguinte procedimento: coloca-se 400 ml de água em um saco resistente, adiciona a dose de nematóide e homogeneiza a solução, na sequência coloca-se 4 g de hidrogel e novamente homogeneiza solução por aproximadamente 2 minutos, após a solução pronta, deve-se acondicioná-la em caixa de isopor com gelo para o transporte a campo.

De acordo com Iede et al., (2009) após o preparo do inóculo, alguns cuidados devem ser tomados:

- O inóculo deve ser transportado ao campo entre 5 e 15 °C. colocando-se no fundo de uma caixa de isopor uma bolsa de gelo, recoberta por camadas de jornal. Sobre esta, coloca-se saco plástico contendo o inóculo, evitando entrar em contato direto com o gelo. Quando não estiver sendo utilizado deixá-lo dentro da caixa.
- Deve-se evitar o armazenamento de um dia para o outro, caso seja necessário, armazená-lo a 5° C e utilizá-lo no início do dia seguinte.

Para a aplicação deve-se selecionar árvores com copa amarelada, presença de respingos de resina no tronco e ausência de orifícios de emergência de insetos adultos. Com o martelo de aplicação fazer orifícios ao longo do tronco, de modo que o martelo retorne livremente, sem ser puxado para fora, evitando danificar o vazador e proporcionando uma perfuração perfeita (PENTEADO et al., 2002). A profundidade do orifício deverá ser em média de 10 mm. (IEDE et al., 2009).

Para garantir a penetração dos nematóides na madeira, deve-se afiar ou trocar o vazador do martelo de aplicação periodicamente. A distância entre os orifícios deverá ser de 30 cm, assim distribuídos: nas regiões da árvore com diâmetro entre 5 cm e 15 cm fazer uma

fileira de orifícios, árvores com diâmetro superior a 15 cm fazer duas fileiras de orifícios, paralelas e equidistantes (PENTEADO et al., 2002).

Para abastecer a seringa ou a bisnaga, fazer um pequeno orifício no canto do saco plástico e pressionar o inóculo para dentro da bisnaga evitando a formação de bolhas. Inserir a seringa no orifício de inoculação e fazer uma leve pressão com o dedo indicador, para que o inóculo entre em contato com a parte interna do orifício (PENTEADO et al., 2002).

Iede et al. (2009) recomendam a inoculação do nematóide nos períodos entre março e julho, de forma que a temperatura durante a inoculação deva estar entre 7° e 20°C. Não se deve realizar aplicação em dias chuvosos.

Em relação o número de árvores que devem ser inoculadas, Penteado et al. (2002) indicam para áreas entre uma a cinco árvores atacadas, inocular todas as árvores: em áreas com seis a 25 árvores, inocular cinco árvores bem distribuídas; mais de 25 árvores atacadas, inocular 20% da área. Os autores ainda enfatizam que para maior eficiência do nematóide, deve-se inocular o maior número de árvores possíveis.

Como o nematóide alimenta-se do mesmo fungo que a larva de *S. noctilio*, inevitavelmente, estes se encontram e o nematóide, até então de vida livre, torna-se de vida parasitária, penetrando na larva. A larva parasitada pelo nematóide continua a se desenvolver normalmente até a fase adulta (COSTA et al., 2011).

Uma vez dentro do hospedeiro, as fêmeas do nematóide aguardam a metamorfose da larva em vespas adultas. Nesse momento, cada fêmea do nematóide que invadiu o inseto pode colocar até 10.000 ovos gerando juvenis (BEDDING; IEDE, 2005 citado por BATISTA, 2014). Os juvenis migram para os órgãos reprodutores do hospedeiro e, no caso das fêmeas, os nematóides penetram em todos os ovos, suprimindo o desenvolvimento dos ovários, tornando-as estéreis. Cada ovo pode conter de 50 a 200 nematóides. Nos hospedeiros machos, os testículos tornam-se uma sólida massa de milhares de nematóides juvenis. No entanto, os machos permanecem férteis, pois no início da pupação do hospedeiro, a maioria dos espermatozoides passam para as vesículas seminais, onde os nematóides não conseguem penetrar, e assim, os espermatozoides são normalmente transferidos durante a cópula (BEDDING, 1972 citado por PENTEADO, 1995).

Assim, uma fêmea parasitada, ao emergir da árvore, irá fazer posturas em outras árvores, entretanto os seus ovos serão inférteis e poderão conter cada um, de 100 a 200 nematóides (PENTEADO et al., 2002).

3.3.3 Insetos parasitóides

3.3.3.1 *Ibalia leucospoides*

Ibalia leucospoides é um parasitóide de ovos e larvas de primeiro e segundo instar, com níveis de parasitismo de cerca de 25% (IEDE et al., 2009).

Antes de iniciar a postura, a fêmea de *I. leucospoides* realiza uma inspeção na casca da árvore, com o auxílio de suas antenas. Quando encontra um local adequado introduz as antenas dentro do orifício de postura de *S. noctilio* e inspeciona os túneis realizados pela fêmea de seu hospedeiro. Para a postura propriamente dita, a fêmea abaixa o sétimo par de esternitos abdominais (hipopígio), introduzindo-o nas fissuras existentes na casca da árvore, realizando movimentos ritmados, para cima e para baixo, para a deposição dos ovos (CHRYSTAL, 1930 citado por PENTEADO, 1995).

O ovo de *I. leucospoides* é pedunculado. Depois de depositado no corpo da larva do hospedeiro, aumenta de 3 a 8 vezes em ambas as dimensões. É depositado no ovo do hospedeiro ou durante o primeiro instar larval (CARVALHO, 1992).

I. leucospoides passa por quatro estágios de desenvolvimento larval, sendo que três deles são dentro das larvas da vespa e o último externamente. Nesta fase permanecem nas galerias construídas pelas larvas da vespa-da-madeira, quando irão empupar, próximo à casca e emergir, normalmente, um ano após postura (PENTEADO et al., 2002).

O período de emergência dos adultos ocorre entre os meses de novembro e janeiro e entre abril e maio (CARVALHO, 1992).

De acordo com Penteado et al. (2002) as fêmeas adultas apresentam a cabeça preta com antenas quase tão longas quanto o abdômen, o tórax é preto, e pelo menos duas vezes mais longo do que largo. As asas apresentam coloração cinza e as pernas são escuras, tendendo para cores avermelhadas. O abdômen da fêmea, em vista dorsal, é semelhante a uma lâmina e variam entre 7 a 14 milímetros. Os autores revelam que a principal diferença existente entre machos e fêmeas é que nos machos, o abdômen, em vista lateral, apresenta um contorno muito diferente, apresentando a porção posterior muito menos aguda medindo entre 6,5 mm a 12 mm de comprimento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização da área de estudo

O presente estudo foi realizado no município de Palmas - PR. A cidade de Palmas localiza-se no sudoeste do estado do Paraná, a uma latitude 26°29'03"S e a uma longitude 51°59'26"W, com altitudes variando entre 950 a 1356 m. A temperatura média anual é de 16°C. O clima da região segundo a classificação de Köppen é Cfb.

O trabalho foi realizado em povoamentos de *P. taeda* com diferentes regimes de manejo. Foram selecionadas duas fazendas denominadas fazenda Alegria e fazenda Juca Fabrício ambas pertencentes a empresa Reflorasul Agroflorestral S.A.

A Fazenda Alegria localiza-se a 26° 24' 46,41''S de latitude e 51° 47' 35,88W de longitude, possui uma área total de 410 ha, sendo que 117 são plantios de *P. taeda* com 13 anos de idade, densidade inicial de 1600 árvores/ha (espaçamento de 2.5 X 2.5 m), sem a ocorrência de desbaste e sem a realização de desrama.

A Fazenda Juca Fabrício localiza-se a 26° 31' 07,52''S de latitude e 51° 58' 01,44W de longitude, possui uma área total de 305 ha, com 112 ha cultivados com *P. taeda* com 12 anos de idade e densidade inicial de 1600 árvores por hectare (espaçamento 2.5 x 2.5). Foi efetuado o primeiro desbaste (misto) com 10 anos de idade extraíndo-se 33,33%, ou seja, a sexta fileira no desbaste sistemático, enquanto que no seletivo 20% das árvores remanescentes foram retiradas, entre as linhas desbastadas, permanecendo aproximadamente 1051 árvores/ha.

4.2 Instalação e inspeção das árvores-armadilha

Para o monitoramento da vespa-da-madeira foram instalados grupos de árvores-armadilha, no período de 22 a 26 de setembro de 2012.

As árvores-armadilha foram instaladas na densidade de cinco grupos por fazenda, ou seja, um grupo de árvores-armadilha para cada 25 ha. Foram instaladas nas bordas dos talhões, margeando estradas e aceiros, para facilitar a posterior inspeção.

Cada grupo de árvores-armadilha foi composto por cinco árvores, e para tanto foram escolhidas aquelas que já apresentavam alguma deformidade, como dominadas, bifurcadas ou tortas. As árvores foram selecionadas aleatoriamente independente de estarem alinhadas.

O estressamento das árvores-armadilha deu-se através da utilização do herbicida 2,4-D amina + picloran a concentração de 20% e anelamento das árvores, adaptando as recomendações de Penteado et al. (2002). No total foram instalados 10 grupos de árvores-armadilha, sendo 5 grupamentos em cada fazenda (Figura 3).



Figura 3. Grupo de árvores-armadilha utilizado para o monitoramento de *S. noctilio*.

O anelamento foi feito com um facão a 1,30 m de altura do solo. Para aplicar o herbicida foram realizados entalhes na árvore utilizando uma machadinha, sendo quatro entalhes por árvore e em cada um deles foi colocado 2 ml da solução com o auxílio de uma seringa descartável, totalizando 8 ml por árvore que compõe o grupo de árvores-armadilha.

A inspeção das árvores-armadilha foi realizada nos dias 06 e 07 de junho de 2013, as árvores foram derrubadas com motosserra e traçadas do terço médio ao terço superior do tronco, retirando-se de dois a três toretes por árvore com aproximadamente 30 cm cada. Utilizando-se de um machado, os toretes foram rachados ao meio para observar a presença de larvas e galerias de *S. noctilio* no seu interior.

4.3 Coleta e preparo das amostras para avaliação do parasitismo

Foram selecionadas, ao acaso, 10 árvores atacadas pela vespa-da-madeira, dentre as árvores-armadilhas, sendo cinco da fazenda Alegria e cinco da fazenda Juca Fabrício. Nos dias 20 e 21 de junho de 2013 foi realizado o seccionamento das árvores em toretes de 1 m e a inoculação do nematóide nos toretes que receberam o tratamento. Cada árvore gerou 10 toretes, sendo que a aplicação do inóculo deu-se de forma alternada, partindo-se da base da árvore, ou seja, o primeiro, o terceiro, o quinto, o sétimo e o nono torete não receberam o inóculo, consequentemente os demais receberam o tratamento, sendo que em cada torete que recebeu o tratamento foi efetuado três perfurações com o auxílio do martelo aplicador com 30 cm de distância entre os orifícios onde foi aplicado o inóculo (Figura 4).



Figura 4: Martelo de aplicação utilizado para abertura de orifício para inoculação do nematóide no torete de 1 m de comprimento selecionado para a avaliação.

Para a preparação do inóculo seguiu-se as recomendações de Penteado et al. (2002), para tanto foram fervidos 100 ml de água, dissolvidos 30 g de gelatina em pó, sem sabor, na água fervente e com batedeira, na velocidade média, a gelatina foi misturada até ficar completamente dissolvida, deixado-a esfriar por 10 minutos, adicionado 200 ml de água gelada (1 °C a 2 °C) à gelatina dissolvida e misturado a solução até que atingisse uma

consistência cremosa, foi reduzido a velocidade da bateadeira e adicionado uma dose de nematóide. Continuou-se batendo por mais um minuto, a mistura foi despejada em um saco plástico resistente, procurando-se sempre retirar o máximo possível do material das paredes da tigela e das hastes da bateadeira, o inoculo foi transferido para uma caixa de isopor com gelo no fundo, para seu transporte ao campo, separando com algumas folhas de jornal o gelo do inoculo.

Estes toretes foram levados do campo para uma sala, onde foram armazenados em tambores cobertos com sombrite e, divididos em dois tratamentos: 1) com inoculação de *D. siricidicola* e; 2) sem a inoculação de *D. siricidicola*.

Cada dois tambores correspondiam a uma árvore, sendo que um continha cinco toretes com nematóide inoculado e o outro cinco sem inoculação (Figura 5). Nestes toretes também foi verificado a porcentagem de parasitismo por *I. leucospoides*. Neste processo pretendeu-se identificar se o controle biológico está ocorrendo naturalmente através da avaliação de parasitismo nas árvores não inoculadas com o nematóide *D. siricidicola*.



Figura 5. Tambores de armazenamento dos toretes cobertos com sombrite.

4.4 Avaliação do parasitismo de *D. siricidicola*

Após a emergência dos adultos da vespa-da-madeira nos tambores, os mesmos foram coletados e armazenados em frascos contendo álcool 70% para posteriormente serem avaliados.

Para a determinação do parasitismo por *D. siricidicola* foi realizado um pré-treinamento no Laboratório de Entomologia da EMBRAPA Florestas no ano de 2014, a fim de se conhecer os procedimentos para realizar tal avaliação.

A avaliação dos adultos de *S. noctilio* foi realizada no laboratório de entomologia da Universidade do Contestado (UnC) Canoinhas – Santa Catarina. Para tanto se depositou os insetos em placas de Petri e pela observação em uma lupa e separou-se o abdômen do tórax com pinças entomológicas, verificando a presença do nematóide no aumento de 40 vezes.

Tanto as fêmeas como os machos de *S. noctilio* passaram por este procedimento (Figura 6).

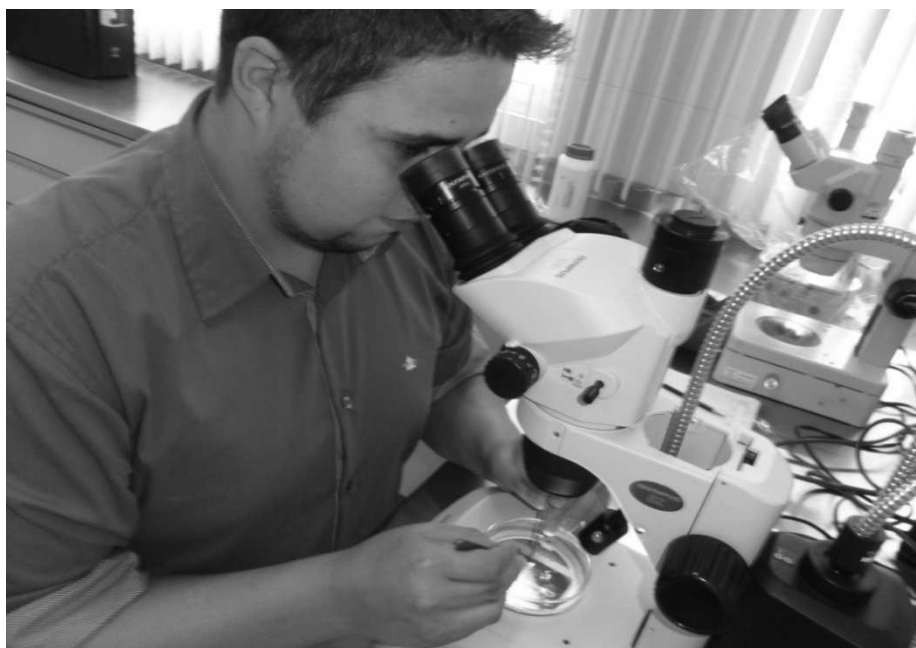


Figura 6. Ilustração da avaliação da presença de nematóides no interior de machos e fêmeas de *S. noctilio*.

Após a avaliação de cada inseto realizou-se o descarte do material contido na placa de Petri com auxílio do álcool 70% e papel toalha e também a limpeza das pinças para que não houvesse contaminação do próximo inseto.

A determinação da porcentagem de parasitismo foi obtida pela fórmula abaixo (PENTEADO et al., 2002).

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de adultos de } S. \textit{noctilio} \text{ parasitados}}{\text{n}^\circ \text{ total de adultos de } S. \textit{noctilio}} \times 100$$

4.5 Avaliação do parasitismo por *Ibalia leucospoides*

Os adultos de *I. leucospoides* emergiram dos mesmos toretes e das mesmas gaiolas dos adultos de *S. noctilio*. Os indivíduos de *I. leucospoides* foram coletados, contados, separados por sexo e liberados novamente na fazenda Alegria, devido ao percentual superior de ataque e por não ter ocorrido o desbaste na mesma.

O cálculo da porcentagem de parasitismo deu-se pela fórmula sugerida por Penteado et al. (2002).

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de adultos do parasitóide}}{\text{n}^\circ \text{ total de adultos de } S. \textit{noctilio} + \text{n}^\circ \text{ de adultos do parasitóide}} \times 100$$

4.6 Determinação da porcentagem de ataque de *S. noctilio*

4.6.1 Amostragem sequencial

A amostragem sequencial foi realizada no mês de maio de 2014. Esta ocorreu nos mesmos talhões em que foram instaladas as árvores-armadilha. A amostragem sequencial foi realizada em cinco talhões distintos, tendo em vista que os mesmos têm uma área de aproximadamente 10 ha cada.

Para a realização da amostragem sequencial seguiu-se a metodologia proposta por Penteado et al. (2002).

As árvores atacadas foram identificadas pela coloração marrom das acículas e pela presença de respingos de resina no tronco, principalmente no terço médio e a parte inferior do terço superior. Caso ainda restassem dúvidas, as árvores eram abatidas, retirando-se pequenos

toretas e verificando a presença de galerias, serragem compactada e a própria larva da *S. noctilio*.

O percentual de ataque foi calculado pela seguinte fórmula (PENTEADO et al., 2002).

$$\% \text{ de ataque} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de árvores atacadas}}{\text{n}^\circ \text{ de árvores amostradas}} \times 100$$

4.6.2 Censo (1 ha)

Tanto na fazenda Alegria como na fazenda Juca Fabrício foram instaladas 5 parcelas de 100 x 100 m, totalizando um hectare cada, nas quais foram inspecionadas todas as árvores existentes na parcela. Esta avaliação procedeu-se nos mesmos talhões onde foi realizada a amostragem sequencial e a instalação das árvores-armadilha.

Durante este caminhar verificou-se os principais sintomas de ataque de *S. noctilio*, como acículas de coloração marron-amarelada e respingos de resina, ocasionados pela perfuração da fêmea durante a postura.

As árvores identificadas como atacadas foram contadas para posterior avaliação da porcentagem de ataque, com o intuito de comparar a eficiência entre os métodos de amostragem sequencial e de árvores-armadilha na detecção da praga.

4.7 Aferição entre as metodologias utilizadas para o monitoramento e controle de *S. noctilio*

Para correlacionar as metodologias de monitoramento não induzida de *S. noctilio* (amostragem sequencial e o censo), empregou-se o teste de t a 95% de significância. Utilizou-se como *inputs* o número de árvores atacadas pela vespa-da-madeira.

A distribuição espacial dos grupamentos de árvores-armadilhas, amostragem sequencial e o censo podem ser visualizados nos apêndices A (Fazenda Alegria) e B (Fazenda Juca Fabrício).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Emergência dos adultos de *S. noctilio*

A emergência dos adultos de *S. noctilio* das amostras ocorreu entre a segunda quinzena de novembro e a primeira quinzena de fevereiro, coincidindo com o período de emergência dos adultos proposto pela literatura (EMBRAPA FLORESTAS, 2011).

Na Tabela 1, estão descritos o número de adultos emergidos de *S. noctilio* das árvores-armadilha, na fazenda Alegria e Juca Fabrício, durante o período de novembro de 2013 a fevereiro de 2014.

Tabela 1. Adultos de *Sirex noctilio* que emergiram de toretes coletados de árvores-armadilha inoculados e não inoculados com *Deladenus siricidicola*. Novembro de 2013 a fevereiro de 2014. Fazenda Alegria e Juca Fabrício, Município de Palmas – PR.

CÓDIGO	21/Nov		28/nov		03/dez		09/dez		13/dez		17/dez		30/dez		06/jan		15/jan		30/jan		06/fev	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
FACN 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
FASN 1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FACN 2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FASN 2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FACN 3	0	0	0	0	3	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FASN 3	0	0	0	0	0	2	2	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FACN 4	0	0	0	0	1	2	2	0	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FASN 4	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
FACN 5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
FASN 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JFCN 1	0	0	0	0	4	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
JFSN 1	0	0	4	3	0	0	9	3	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
JFCN 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JFSN 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JFCN 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JFSN 3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JFCN 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JFSN 4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JFCN 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
JFSN 5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Legenda: FA – Fazenda Alegria; JF – Fazenda Juca Fabrício; CN – torete inoculado com o nematóide; SN – torete não inoculado com o nematóide; F – fêmea da vespa-da-madeira; M – macho da vespa-da-madeira;.

Das 10 árvores avaliadas (5 árvores da fazenda Alegria e 5 árvores da fazenda Juca Fabrício) emergiram, no total, 97 adultos de *S. noctilio*.

Na Fazenda Alegria emergiram 52 adultos, sendo 34 fêmeas e 18 machos, enquanto que na Fazenda Juca Fabrício emergiram 29 fêmeas e 16 machos, totalizando 45 adultos de *S. noctilio*.

A relação macho:fêmea (M:F) encontrada foi de 0,53:1 e 0,55:1 nas fazendas Alegria e Juca Fabrício respectivamente, divergindo dos valores de 1,5:1 relatado pela EMBRAPA Florestas (2005). De acordo com Taylor (1981) a relação M:F pode variar de 1,5:1 até 16,5:1. Batista (2014) encontrou uma relação M:F de 1,91:1 no município de Telêmaco Borba no período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014. Comparando aos demais autores, houve uma baixa incidência de machos em relação as fêmeas no trabalho em questão, porém, não foi encontrada resposta para tal situação.

O período de maior emergência dos adultos de *S. noctilio* ocorreu no mês de dezembro (45 fêmeas e 24 machos) seguido pelos meses de novembro (12 fêmeas e 5 machos), janeiro (5 fêmeas e 4 machos) e fevereiro (1 fêmea e 1 macho), conforme demonstrado na Figura 7, estes dados confirmam a citação de Penteado et al. (2002), que citam que no Brasil os insetos adultos emergem no período de novembro a abril, com picos populacionais nos meses de novembro e dezembro.

A porcentagem de adultos de *S. noctilio* emergidos foi de 71,13%, 17,53%, 9,28% e 2,06% para os meses de Dezembro, Novembro, Janeiro e Fevereiro respectivamente.

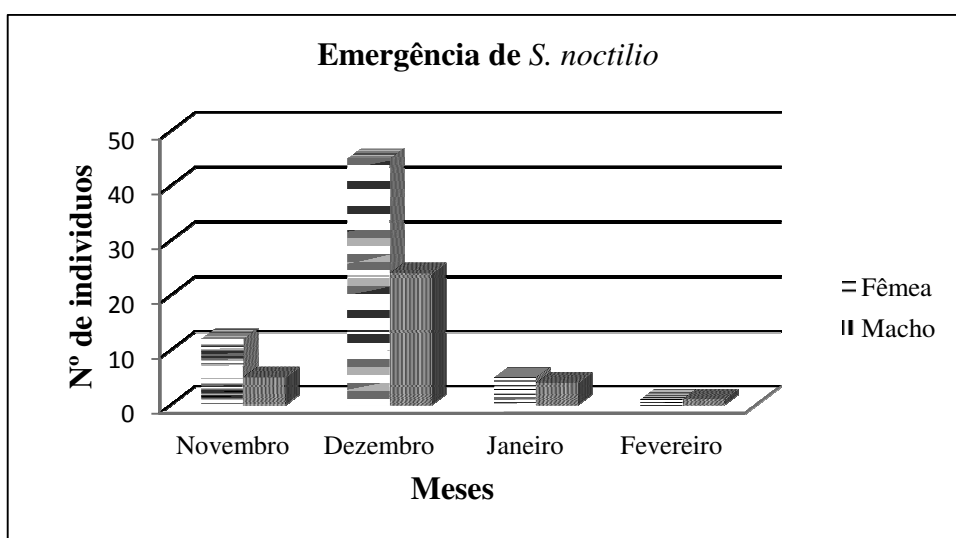


Figura 7. Emergência dos adultos de *S. noctilio* nas fazendas Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a fevereiro de 2014, Palmas – PR.

Tendo em vista que a inspeção das árvores-armadilha aconteceu somente no mês de junho, não foi possível verificar neste estudo se houve indivíduos que se desenvolveram em um ciclo curto, ou seja, adultos de *S. noctilio* que emergiram nos meses de março e abril conforme especificado por Iede et al. (1998).

O número total de indivíduos adultos de *S. noctilio* emergidos durante o período de novembro a fevereiro, pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Número de adultos de *S. noctilio* emergidos durante o período de novembro de 2013 a fevereiro de 2014, nas fazendas Alegria e Juca Fabrício, Palmas – PR.

Meses	Nº de adultos emergidos
Dezembro	69
Novembro	17
Janeiro	9
Fevereiro	2

Nota-se que a emergência dos adultos de *S. noctilio* foi superior nos meses de novembro e dezembro em relação aos meses de janeiro e fevereiro. Pelos dados obtidos observa-se que a idade do plantio e o regime de manejo não influenciaram no período de emergência de *S. noctilio* em ambas as áreas do estudo. Estas informações sobre o conhecimento do período de emergência deste inseto auxiliam na programação e no planejamento das ações de monitoramento e controle.

5.2 Avaliação do parasitismo por *D. siricidicola*

Do total de adultos emergidos de *S. noctilio* na fazenda Alegria apenas 9 indivíduos (5 machos e 4 fêmeas) encontravam-se parasitados por *D. siricidicola*, representando 17,31% do total, enquanto que a Fazenda Juca Fabrício apresentou 17 indivíduos infectados (5 machos e 12 fêmeas), resultando 37,78% dos indivíduos parasitados (Tabela 3).

Tabela 3. Adultos de *S. noctilio* que emergiram dos toretes das árvores-armadilha inoculados e não inoculados com o nematóide e porcentagem de parasitismo. Fazenda Alegria e Juca Fabrício, Município de Palmas - PR.

Fazenda	Nº de indivíduos emergidos	Nº de indivíduos parasitados	Total (%)	Nº de fêmeas parasitadas	Total (%)	Nº de machos parasitados	Total (%)
Alegria	52	9	17,31	4	7,69	5	9,62
Juca Fabrício	45	17	37,78	12	26,67	5	11,11

Da porcentagem total de indivíduos parasitados na fazenda Alegria, 9,62% foram machos e 7,69% fêmeas parasitadas (Tabela 3).

Na fazenda Juca Fabrício, do total de 45 adultos emergidos, 11,11% eram machos e 26,67% fêmeas parasitadas (Tabela 3).

Considerando a variável parasitismo, Penteado (1995) relatou que 71,79% e 26,59% dos adultos de *S. noctilio* encontravam-se parasitados pelo nematóide *D. siricidicola* nos municípios de Encruzilhada do Sul (RS) e Lages (SC), respectivamente. Iede e Zanetti (2007) referenciam que o controle biológico com o nematóide *D. siricidicola*, pode alcançar níveis de parasitismo próximos a 100%.

Na Tabela 4 encontra-se o número de indivíduos adultos de *S. noctilio* emergidos, parasitados ou não, separados por tratamentos (toretos inoculados e não inoculados).

Tabela 4. Número de adultos de *S. noctilio* emergidos dos toretes que receberam e não receberam inoculação do nematóide *D. siricidicola* nas Fazendas Alegria e Juca Fabrício no município de Palmas – PR.

	Fazenda Alegria		Fazenda Juca Fabrício	
	Toretos inoculados	Toretos não inoculados	Toretos inoculados	Toretos não inoculados
Machos de <i>S. noctilio</i> parasitados	1	4	1	4
Machos de <i>S. noctilio</i> não parasitados	6	7	3	8
Fêmeas de <i>S. noctilio</i> parasitados	4	0	4	8
Fêmeas de <i>S. noctilio</i> não parasitadas	15	15	7	10
Parasitismo por nematóide	19,23%	15,38%	33,33%	40%

Percebe-se nos resultados encontrados no estudo da Fazenda Alegria, que houve um parasitismo de 19,23% nos toretes onde aplicou-se o nematóide e naqueles em que não ocorreu esta aplicação o parasitismo foi de 15,38% (Tabela 4).

Na fazenda Alegria emergiram 26 indivíduos dos toretes em que foi aplicado o nematóide, sendo que 3,85% dos machos e 15,38% das fêmeas se encontravam parasitados pelo patógeno. Nos toretes em que não foi efetuado o controle com *D. siricidicola*, emergiram 26 adultos de *S. noctilio*, sendo que o parasitismo de 15,38% foi encontrado somente nos machos (Tabela 4).

Separando os tratamentos na fazenda Juca Fabrício, dos toretes onde houve a inoculação de *D. siricidicola*, obteve-se 33,33% do total de adultos parasitados, sendo 6,67% machos e 26,66% fêmeas. Nos toretes em que não se aplicou o nematóide, a porcentagem de parasitismo foi de 40%, dos quais 13,33% e 26,67% eram machos e fêmeas parasitados, respectivamente (Tabela 4).

Nota-se que a chance do controle biológico se disseminar amplia-se proporcionalmente ao número de fêmeas parasitadas, uma vez que quanto mais fêmeas infectadas, maior será a disseminação do nematóide, tendo em vista que os machos infectados não disseminam o nematóide.

A Fazenda Juca Fabrício apresentou uma maior quantidade de fêmeas parasitadas em ambos os tratamentos e na fazenda Alegria o parasitismo apresentou-se maior nos toretes sem a aplicação do nematóide, indicando que o nematóide está disseminando-se através da vespa-da-madeira na área, o que aumenta a efetividade do controle. Todavia faz-se necessário a inoculação a fim de alcançar um parasitismo superior a 40% que é tido como ideal segundo Iede et al. (2009), pois até o momento foi possível encontrar uma média de parasitismo de 27,5%.

Em ambas as fazendas deste estudo principalmente na fazenda Alegria (sem desbaste) ainda faz-se necessário continuar com o monitoramento e com a aplicação do nematóide. Quando a porcentagem de parasitismo por *D. siricidicola* for superior a 40% pode-se suspender temporariamente a inoculação, no entanto o monitoramento dever ser realizado anualmente a fim de estabelecer a porcentagem do parasitismo natural (IEDE et al., 2009).

Rodigheri et al. (2006) relataram que a relação entre *D. siricidicola* e *S. noctilio*, é de parasitismo, ou seja, necessita-se uma dependência entre o nematóide e seu hospedeiro (a vespa-da-madeira), à medida que há um colapso na população de *S. noctilio*, diminui-se também o parasitismo.

Em ambas as fazendas do estudo, o controle biológico com *D. siricidicola* tem sido realizado desde 2009, fato este que levou a uma redução na população da vespa-da-madeira como na disseminação do nematóide, fator que pode ter influenciado a baixa porcentagem de parasitismo. Segundo Batista (2014), a relação densidade-dependente entre parasito e hospedeiro pode explicar o baixo parasitismo pelo nematóide, devendo-se levar em conta a flutuação populacional da praga e seus inimigos naturais.

5.3 Avaliação do parasitismo por *Ibalia leucospoides*

A emergência dos adultos de *I. leucospoides* ocorreu nos meses de dezembro de 2013 e Janeiro de 2014, advindos das mesmas gaiolas em que emergiram os adultos de *S. noctilio*. O pico populacional aconteceu no mês de Dezembro.

A fazenda Alegria apresentou um nível de parasitismo por *I. leucospoides* de 13,33%, sendo que emergiram 6 fêmeas e 2 machos, resultando em uma proporção entre macho:fêmea de 1:3 (Tabela 5).

O nível de parasitismo por *Ibalia leucospoides* foi de 8,16% na fazenda Juca Fabrício, com uma proporção macho:fêmea de 1:1, representado na tabela 5.

Tabela 5. Porcentagem de parasitismo de *I. leucospoides* na fazenda Alegria e Juca Fabrício, no período de Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014 no município de Palmas – PR.

Fazenda	Nº de indivíduos de <i>S. noctilio</i> emergidos	Nº de indivíduos de <i>I. leucospoides</i> emergidos	Parasitismo (%)	Machos de <i>I. leucospoides</i>	Fêmeas de <i>I. leucospoides</i>
Alegria	52	8	13,33	2	6
Juca Fabrício	45	4	8,16	2	2

Tanto o nematóide *D. siricidicola* como a população de *I. leucospoides* são dependentes da população da vespa-da-madeira, ou seja, se a população do hospedeiro está em colapso, provavelmente a população do parasitóide também esteja.

Os valores de parasitismo encontrado por *I. leucospoides* são inferiores ao especificado por Penteado et al. (2002), o qual é de 25%, porém os valores encontrados nas fazendas deste estudo podem ser considerados satisfatórios, tendo em vista que até o presente momento, não foi realizado o controle biológico com este parasitóide, demonstrando assim que está ocorrendo a dispersão natural do mesmo, ou seja, provavelmente a espécie ainda esteja se estabelecendo no local.

5.4 Avaliação do ataque nas árvores-armadilha

Avaliando os grupos de árvores-armadilha instalados no experimento, constatou-se o ataque de *S. noctilio* nas árvores-armadilha, em ambas as fazendas, sendo que a fazenda Alegria apresentou uma porcentagem maior de árvores atacadas (40%) comparando-se com a fazenda Juca Fabrício (28%), onde as mesmas apresentaram 10 e 7 árvores atacadas, representando 40% e 28%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6. Porcentagem de árvores atacadas por *S. noctilio* nos grupos de árvores-armadilha nas fazendas Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014, Palmas – PR.

Fazenda Alegria			Fazenda Juca Fabrício		
Grupo de árvores-armadilha	Nº de árvores atacadas	%	Grupo de árvores-armadilha	Nº de árvores atacadas	%
1	2	40	1	1	20
2	1	20	2	2	40
3	5	100	3	2	40
4	1	20	4	1	20
5	1	20	5	1	20
Média	2	40	Média	1,4	28

A porcentagem superior de ataque na fazenda Alegria pode ser resultado da falta de intervenções na floresta, pois, até o presente momento não ocorreu desbaste, enquanto que na fazenda Juca Fabrício, já foi realizado um primeiro desbaste.

5.5 Avaliação do ataque utilizando a amostragem sequencial

Foi realizada a amostragem sequencial tanto na fazenda Alegria como na fazenda Juca Fabrício, para verificar o nível de ataque *S. noctilio*, nos povoamentos florestais.

A porcentagem média de ataque foi 0,51% e 0,15%, nas fazendas Alegria e Juca Fabrício respectivamente, demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7. Porcentagem de árvores atacadas por *S. noctilio* encontradas na amostragem sequencial na fazenda Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014, Palmas – PR.

Fazenda Alegria			Fazenda Juca Fabrício		
Amostragem sequencial	Nº de árvores atacadas	%	Amostragem sequencial	Nº de árvores atacadas	%
1	2	0,74	1	0	0,00
2	1	0,37	2	0	0,00
3	2	0,74	3	0	0,00
4	2	0,74	4	2	0,74
5	0	0,00	5	0	0,00
Média	1,4	0,51	Média	0,4	0,15

Nas duas fazendas amostradas, a porcentagem de ataque foi inferior a 1%, sendo que a maior porcentagem de ataque (0,51%) foi encontrada na fazenda Alegria, pois até o momento na mesma, não foi realizado o desbaste.

O número de árvores-armadilha atacadas não demonstrou correlação com o número de árvores encontradas com sintomas de ataque de *S. noctilio*, ou seja, pode-se dizer que as duas formas de avaliação (árvores-armadilha e amostragem sequencial) da população de *S. noctilio* nos povoamentos florestais são satisfatórios, porém independentes. Segundo EMBRAPA Florestas (2014) a instalação de árvores-armadilha deverá ser realizada enquanto a porcentagem de ataque esteja abaixo de 1%. Acima deste valor deve-se usar como método de monitoramento a amostragem sequencial.

5.6 Avaliação do ataque no censo (1 ha)

A avaliação de todas as árvores contidas em uma área de 1 ha na fazenda Alegria indicou que 0,37% das árvores encontravam-se atacadas por *S. noctilio*, enquanto que na fazenda Juca Fabrício a porcentagem de ataque foi de 0,21% para a mesma metodologia, conforme demonstrada na Tabela 8.

Tabela 8. Porcentagem de árvores sadias e atacadas por *S. noctilio* encontradas no censo de 1 ha realizado na fazenda Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014, Palmas – PR.

Amostragem	Fazenda Alegria				Fazenda Juca Fabrício			
	Árvores				Árvores			
	Sadias	%	Atacadas	%	Sadias	%	Atacadas	%
1	1425	99,37	9	0,63	1050	99,7	3	0,29
2	1423	99,72	4	0,28	1056	99,81	2	0,19
3	1392	99,5	7	0,5	1080	99,72	3	0,28
4	1406	99,72	4	0,28	1047	99,71	3	0,29
5	1417	99,86	2	0,14	1022	100	0	0
Média	1412,6	99,63	5,2	0,37	1051	99,79	2,20	0,21

Conforme observa-se na Tabela 8, o maior percentual de ataque foi encontrado na fazenda Alegria (0,37%), quando comparado com a fazenda Juca Fabrício (0,21%), fato este justificado pelo maior número de árvores por hectare, gerando assim maior concorrência entre

as árvores e conseqüentemente um maior estresse no povoamento. Pode-se notar, observando os resultados encontrados, que tanto no censo como na amostragem sequencial o ataque de *S. noctilio* não ultrapassou 1%, demonstrando um baixo percentual de ataque (Tabela 7 e 8), entretanto a média de árvores atacadas pela vespa-da-madeira é superior no censo.

A fazenda Alegria apresenta aproximadamente 1412 árvores por hectare, densidade esta que faz com que a área em questão apresente porcentagem de ataque da *S. noctilio* superior quando comparada com a fazenda Juca Fabrício que apresenta aproximadamente 1051 árvores/ha. Esse superior percentual de ataque na fazenda Alegria foi detectado nas três metodologias utilizadas, na fazenda Alegria.

Com a redução do número de indivíduos por hectare, de aproximadamente 1600 para 1051 árvores na fazenda Juca Fabrício, o percentual de ataque de *S. noctilio* diminuiu, pois a qualidade do povoamento é melhorada e ocorre um incremento no diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores remanescentes. Segundo Penteadó et al. (2002), as árvores com menor DAP são as preferidas das fêmeas da vespa-da-madeira para fazer a ovoposição, pois, conforme ocorre uma redução do número de árvores com menor diâmetro do povoamento através do desbaste, ocorre também uma redução de ataque da vespa-da-madeira em relação ao povoamento não desbastado.

Provavelmente a menor porcentagem de árvores atacadas na fazenda Juca Fabrício, da-se em razão do manejo realizado nesta propriedade, tendo em vista que no ano de 2012, foi realizado um desbaste misto, retirando-se aproximadamente 33,33% das árvores, resultando em uma menor competição entre os indivíduos remanescente, pois, Gaiad (2001) em seus estudos, comparando plantios com desbaste e sem desbaste relata que em povoamentos de *P. taeda* (13 a 15 anos) com densidade variando entre 1375 a 1870 árvores por hectare, foram verificados os maiores índices de ataque por *S. noctilio*, em relação aos povoamentos com 770 a 1210 árvores/ha.

Quando o povoamento de *Pinus* spp. é conduzido sem um regime de desbaste, as variáveis dendrométricas começam a estagnar e conforme o tempo vai passando essa estagnação acaba afetando a fitossanidade do povoamento, fazendo com que as árvores fiquem estressadas aumentando o risco de ataque da vespa-da-madeira.

5.7 Aferição entre as metodologias utilizadas para o monitoramento e controle de *S. noctilio*

Na fazenda Alegria 0,51% das árvores na avaliação pelo método da amostragem sequencial apresentavam sintomas de ataque de *S. noctilio*, 0,37% no método do censo e em média 2 árvores atacadas por grupo de árvores-armadilha (Tabela 9).

Na fazenda Juca Fabrício, a porcentagem de árvores encontradas atacadas na amostragem sequencial foi de 0,15%, no censo foi de 0,21% e 1,4 árvores atacadas, em média, por grupo de árvores-armadilha. (Tabela 9).

Para correlacionar as diferentes metodologias, foi aplicado o teste de t comparando somente as metodologias em que o ataque de *S. noctilio* ocorreu naturalmente (amostragem sequencial e censo), sem ser induzido através do estressamento das árvores com a utilização do herbicida (árvores-armadilha).

Tabela 9. Comparação do número de árvores atacadas por *S. noctilio* em dois métodos de monitoramento da praga, na fazenda Alegria e Juca Fabrício. Novembro de 2013 a Fevereiro de 2014, Palmas – PR.

Fazenda	Amostragem sequencial	Censo
Alegria	n = 272	\bar{n} = 1412
	\bar{x} = 1,4*	\bar{x} = 5,2*
	s = 0,89	s = 2,77
Juca Fabrício	n = 272	\bar{n} = 1051
	\bar{x} = 0,4*	\bar{x} = 2,2*
	s = 0,89	s = 1,3

Valores seguidos por * diferem-se na linha e na coluna pelo teste de t a 5% de significância. n – número de observações, \bar{x} - média das observações, s – desvio padrão.

De acordo com a Tabela 9, tanto na amostragem sequencial e no censo, as médias obtidas diferem entre si. Isso indica que o censo tem maior probabilidade de encontrar árvores atacadas num povoamento por vespa-da-madeira, apresentando-se estatisticamente superior à amostragem sequencial, entretanto, o censo não é praticado, tendo em vista que é uma operação que demanda mais tempo, pois o número de árvores avaliadas é superior e consequentemente maior o seu custo.

Considerando estas informações, a amostragem sequencial mostra-se menos dispendiosa e mais prática para avaliação de danos.

6. CONCLUSÕES

A *Sirex noctilio* encontra-se dispersa na área de estudo, estando presente nas duas fazendas estudadas.

As metodologias testadas para a determinação da presença da vespa-da-madeira, as árvores-armadilhas, amostragem sequencial e censo mostraram-se satisfatórias, sendo que o censo demonstrou maior rigor na determinação do nível de ataque, porém, é uma operação que demanda mais tempo, pois o número de árvores avaliadas é superior e conseqüentemente maior o seu custo.

O nematóide *Deladenus siricidicola* encontra-se estabelecido nas duas fazendas estudadas, sendo que na Fazenda Alegria apresentou maior ocorrência em toretes onde foi inoculado, enquanto na Fazenda Juca Fabrício a ocorrência foi superior nos toretes em que não houve inoculação do patógeno.

Em ambas as fazendas do estudo foi constatada a presença de *Ibalia leucospoides*. Apesar da baixa porcentagem de parasitismo por este parasitóide os valores encontrados podem ser considerados satisfatórios, tendo em vista que até o momento nunca houve a liberação destes indivíduos nas áreas de estudo.

7. RECOMENDAÇÕES

Em ambas as fazendas faz-se necessário continuar com monitoramento anual, utilizando-se de árvores-armadilhas, uma vez que o ataque encontrado na amostragem sequencial foi inferior a 1%.

Outro fator que deve ser considerado é o monitoramento anual do parasitismo, o qual deve ser mantido acima de 40%; caso este valor não seja atingindo no ano corrente, o controle biológico deve ser continuado.

O manejo florestal auxilia no controle da vespa-da-madeira, por isso, recomenda-se não atrasar os desbastes e nem realizar podas no período próximo à revoada deste inseto. Além do controle silvicultural, o controle biológico é outra ferramenta importante, pois combinando ambos, tem-se um programa de manejo integrado de pragas (MIP) seguro e eficiente. Portanto é indispensável continuar com o monitoramento, o controle biológico e realizar o correto manejo da floresta para diminuir a dispersão deste inseto.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013**. Ano base 2012. Associação brasileira de produtores de florestas plantadas. Brasília. 2013.

AHRENS, S. A. **Seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de *Pinus taeda* L., através de um modelo de programação dinâmica**. Tese de Doutorado. UFPR. Curitiba – PR, 1992.

BATISTA, E.S.de P. ***Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) e seus inimigos naturais em *Pinus taeda* e caracterização morfológica de *Deladenus siricidicola***. 2014. 83p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Entomologia Agrícola, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

BIASOLI, E. P. **Viabilidade de implantação de um projeto de reflorestamento de *Pinus* e seu mercado em potencial**. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CARVALHO, A. G. de. **Bioecologia de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera:Siricidae) em povoamentos de *Pinus taeda* L.** 1992. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. PR.

COSTA, E.C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MURARI A. B. **Entomologia Florestal**. 2ª ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 244p.

COSTA, E.C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MURARI A. B. **Entomologia Florestal**. 3ª ed. Santa Maria: UFSM, 2014. 256p.

EMBRAPA-CNPQ. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Documentos, 21. Curitiba-PR.1988.

EMBRAPA FLORESTAS. **Vespa-da-madeira amostragem sequencial: o primeiro passo para o controle da praga**. Colombo, 2005. 1 fôlder.

EMBRAPA FLORESTAS. **Vespa-da-madeira**. Colombo, 2011. 1 fôlder.

GAIAD, D. C. M. **Efeito de desbastes em povoamentos de *Pinus taeda* na ocorrência da vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* F., 1972**. 2001. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. PR.

GAIAD, D. C. M.; FIGUEIREDO FILHO, A.; OLIVEIRA, E. B. PENTEADO, S. R. C. **Evolução da infestação por *Sirex noctilio* em função da distribuição diamétrica em plantios de *Pinus taeda***. 2003. Floresta, v. 33, n. 1.

GALETI, P. A. **Conservação do solo – Reflorestamento/Clima**. 2ª edição. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

IEDE, E.T.; PENTEADO, S. do R. C.; BISOL, J.C. **Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil.** Colombo: EMBRAPA - CNPF, 1988. 12p. (EMBRAPA - CNPF, Circular Técnica, 20).

IEDE, E.T.; PENTEADO, S. do R.C.; GAIAD, D.C.M.; SILVA, S.M.S. Panorama a nível mundial da ocorrência de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae). In CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA DA MADEIRA, *Sirex noctilio* NA AMÉRICA DO SUL, 1992, Florianópolis. **Anais...** Colombo: EMBRAP A-CNPF, 1993. p. 23-33.

IEDE, E.T.; ZANETTI, R. Ocorrência e recomendações para o manejo de *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera, Siricidae) em plantios de *Pinus patula* (Pinaceae) em Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 4, dez., 2007. p. 529-531.

IEDE, E. T.; PENTEADO, S. do R. C. REIS FILHO, W. **Uso do nematóide no controle da vespa-da-madeira.** Colombo, 2009. 1 fôlder.

KLASMER, P.; BOTTO E. N.; CORLEY J. C.; VILLACIDE J. M.; FERNÁNDEZ, V. A. 2000. Avances en el control biológico de *Sirex noctilio* en la región patagónica de la Argentina. **Serie técnica IPEF**, 13(33): 21-30.

KRONKA, F.J.N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R.H. **A cultura do *Pinus* no Brasil.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Republica Federal da Alemanha: TZ – Verlagsgesellehaft mbh.1990.

MADDEN. J. L. Oviposition behavior of the woodwasp *Sirex noctilio* F. **Australian Journal of Zoology**, Melbourne, v. 22, p. 341-351, 1974.

NEUMANN. F.G.; MOREY, J.L; MCKIMM, R.J. **The sirex wasp in Victoria.** Department of Conservation. Forest and Lands, Victoria, 1987. 41p. (Bulletin 29).

NIEFER, I. A., **Deslocamento do nematóide *Deladenus siricidicola* bedding (neotylenchidae) dentro da madeira de *Pinus taeda* L. em condições de laboratório.** 1994. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

NOGUEIRA, G. S.; LEITE, H.G. **Efeitos dos desbastes florestais no diâmetro e altura das árvores.** 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/efeitos-dos-desbastes-florestais-no-diametro-e-altura-das-arvores>>. Acesso em: 25 maio 2015.

OLIVEIRA, E. B de.; PENTEADO, S. do R. C.; OLIVEIRA, Y. M. M de.; IEDE, E. T. Utilização do software Sispinus no planejamento da produção de povoamentos de *Pinus elliottii* Engel e *Pinus taeda* L. com ataque de *Sirex noctilio* Fabricius,1793 (Hymenoptera:

Siricidae). In: Sirex. Anais ; Conferencia Regional da Vespa da Madeira, *Sirex noctilio*, na America do Sul, Florianopolis (Brazil), 23-27 Nov 1992 / FAO, Rome (Italy). Forestry Dept. p. 161-167, 1993.

PENTEADO, S. R. C. **Métodos de amostragem para avaliação populacional de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera: Siricidae) e de seus inimigos naturais, em *Pinus taeda*.** 1995. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

PENTEADO, S. do R. C.; TRENTINI, R. de *.; IEDE, E.T.; REIS FILHO, W. Ocorrência, distribuição, danos e controle dos pulgões do gênero *Cinara* em *Pinus* spp. no Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 30, n. 1/2, p. 55-64. 2000.

PENTEADO, S. do R. C.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Manual para o controle da vespa-da-madeira em plantio de pinus. Embrapa Florestas. **Documentos 76**, 38p. 2002.

PENTEADO, S. do R. C.; IEDE, E. T.; FILHO, W.R. Utilização da amostragem sequencial para avaliar a eficiência do parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola* (Nematoda: Neotyphlocidae) em adultos de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 223-231, 2008.

PENTEADO, S. do R. C.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; BUHRER, C. de B.; POSANSKI, R. G. Custo de aplicação do inóculo de nematoide, em gelatina e em hidrogel, para o controle da vespa-da-madeira. **Comunicado Técnico 341**. Colombo – PR. 2014.

REBUFFO, S. **La “avispa de la madera” *Sirex noctilio* F. en el Uruguay.** Montevideo: Ministério de Ganaderia, Agricultura y Pesca, Dirección Forestal 1990. 17 p.

RIBAS JUNIOR, U. Práticas de controle da vespa-da-madeira em povoamentos de *Pinus* do sul do Brasil e efeitos de seu ataque nas propriedades da madeira de *Pinus taeda*. **Serie Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 9 n. 27, p. 45-57, ago. 1993. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr27/cap04.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2014.

RODIGHERI, H. R.; IEDE, E. T.; PENTEADO, S. R. C.; REIS FILHO, W. Avaliação dos Impactos do Programa de Manejo Integrado de Pragas para o Controle da Vespa-da-Madeira em Plantios de *Pinus* no Sul do Brasil. **Comunicado Técnico 158**. Colombo – PR. 2006.

SANASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. **Avispa barrenadora de los pinos.** 2004. Disponível em: <<http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=878&io=4716>>. Acesso em: 02 junho 2015.

SECRETÁRIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ (SEAB). **Resolução nº 115 de 26/08/2009.** Disponível em <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao/Sanidade_Vegetal/Certificacao_e_Rastreabilidade_Vegetal/Resolucao_SEAB_115_09.pdf> Acesso em: 24 maio 2015.

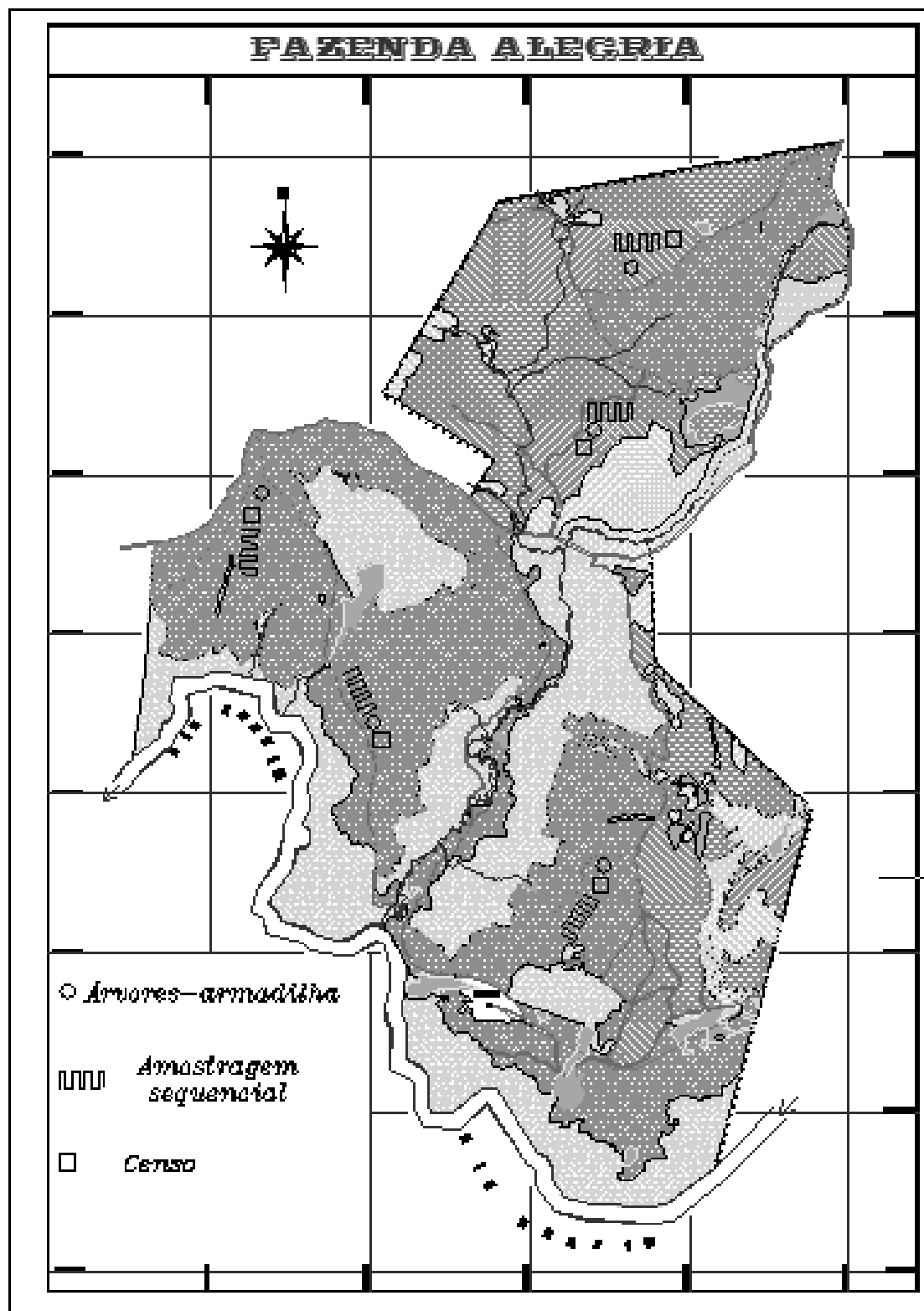
SHIMIZU, J. Y. **Pínus na silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

SNIF – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. **As florestas plantadas**. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>>. Acesso em: 23 maio 2015.

TAYLOR, K. L. The Sirex woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect. In: KITCHING, R. L.; JONES, R. E. **The ecology of pests**: some Australian case histories. Melbourne: CSIRO, 1981. p. 231-248.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Distribuição geográfica dos grupamentos das árvores-armadilhas, amostragem sequencial e censo na Fazenda Alegria.



APÊNDICE B. Distribuição geográfica dos grupamentos das árvores-armadilhas, amostragem sequencial e censo na Fazenda Juca Fabrício.

