

Fotos: Francisco Santana



Metodologias para o monitoramento da vespa-da-madeira em plantios de pinus visando ao planejamento das ações de controle

Susete do Rocio Chiarello Penteado¹
Mariane Bueno de Camargo²
Edilson Batista de Oliveira³
Edson Tadeu Iede⁴

A crescente necessidade de madeira para energia e a demanda da indústria manufatureira exigem plantios com espécies de rápido crescimento para atender aos diversos segmentos. Para suprir essa demanda, plantios com espécies de *Pinus* foram estabelecidos no Brasil e somam uma área aproximada de 1,6 milhão de hectares (Indústria Brasileira de Árvores, 2016). Esse cenário, caracterizado por grandes monocultivos, não submetidos à realização das práticas silviculturais, tem favorecido o ataque de pragas. Assim, pragas como a vespa-da-madeira (*Sirex noctilio* - Hymenoptera: Siricidae), originária da Europa, Ásia e norte da África e registrada pela primeira vez no Brasil, em 1988, têm provocado perdas em produtividade e prejuízos econômicos.

Os principais danos provocados por este inseto ocorrem no momento da postura dos ovos, quando a fêmea (Figura 1A) introduz na madeira, o fungo simbiote, *Amylostereum areolatum* e uma

mucosecreção que causam toxicidade à árvore, levando-a à morte.

Os principais sintomas de ataque são a copa com acículas amareladas (Figura 1B), devido ao efeito tóxico do fungo e mucosecreção, que posteriormente torna-se marrom-avermelhada até a queda total das acículas; respingos de resina no tronco (Figura 1C), originários das perfurações feitas para a postura e orifícios de emergência de adultos (Figura 1D), visíveis no tronco. Estes sintomas facilitam o reconhecimento da presença da praga para as atividades de monitoramento e controle.

Por tratar-se de uma espécie exótica, introduzida sem o seu complexo de inimigos naturais, a vespa-da-madeira tornou-se uma séria ameaça aos plantios de *Pinus* spp. no país. Entretanto, face às medidas de monitoramento e controle preconizadas pela Embrapa Florestas no Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM) e adotadas pelos

¹ Bióloga, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

² Mestre em Ciências Florestais, pesquisadora da Klabin S/A, Telêmaco Borba, PR

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁴ Biólogo, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

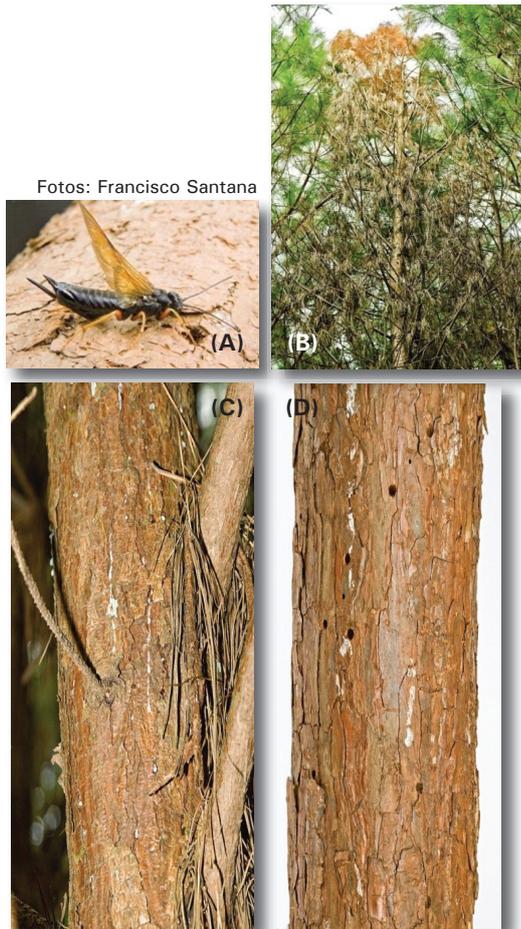


Figura 1. Fêmea da vespa-da-madeira (A); Árvore atacada com as acículas amareladas (B); Respingos de resina no tronco (C); Orifícios de emergência de adultos (D).

produtores, a sua dispersão tem sido retardada e os danos significativamente reduzidos. Este programa foi instituído em 1989 e contempla atividades de pesquisa e desenvolvimento. Com a adoção das medidas de prevenção, monitoramento e controle da vespa-da-madeira, tem sido possível uma redução de pelo menos 70% das perdas anuais (PENTEADO et al., 2002a). O controle biológico, associado ao manejo florestal adequado, demonstrou ser efetivo no combate à praga. A introdução e uso do nematoide *Deladenus (Beddingia) siricidicola* Bedding (Nematoda: Neotylenchidae) tem resultado no sucesso do PNCVM. Este nematoide foi importado da Austrália e desde 1990 é produzido massalmente pelo Laboratório de Entomologia Florestal da Embrapa Florestas, visando à obtenção de doses para o envio a produtores cujos plantios têm a presença da vespa-da-madeira.

Segundo Penteado et al. (2002b, 2015), o monitoramento da dispersão da praga e a definição da área atacada são atividades essenciais em um

programa de controle deste inseto. Entretanto, isto requer a determinação de uma metodologia amostral, que leve em conta, principalmente, a grande extensão dos povoamentos de pinus, os níveis de ataque da praga, a praticidade de aplicação do método e os custos da atividade.

Haugen et al. (1990) definiram que uma amostragem aérea, com o mapeamento das árvores atacadas e a subsequente comprovação pela realização de uma amostragem terrestre, tem sido o procedimento usual para o monitoramento de áreas atacadas por *S. noctilio*, na Austrália. Contudo, as árvores dominadas não são facilmente visíveis por inspeção aérea e, assim, este tipo de avaliação não é recomendado, principalmente em casos de ataques inferiores a 5% da área considerada. O National Sirex Co-ordination Committee (1991) também recomendou, inicialmente, uma amostragem aérea para estratificar os talhões em classes de infestação (< 1% de mortalidade, 1-5% de mortalidade e > 5% mortalidade). Com os dados da estratificação, recomendaram realizar uma avaliação terrestre, pela utilização de transectos, que podem ser fixos ou selecionados anualmente durante as amostragens, avaliando todas as árvores existentes em duas filas e que resultados confiáveis são obtidos pela avaliação de 2% a 3% do total de árvores do talhão.

Para Faber et al. (1980), um método de amostragem não precisa gerar resultados exatos, mas precisa ser suficientemente confiável para servir a certos propósitos, pois, em muitas situações, o erro tolerável dependerá do tipo de resultado esperado. Segundo os autores, na prática, deve-se considerar o tamanho ideal da amostra e o custo esperado da amostragem.

De acordo com Péllico Neto e Brena (1993), a intensidade da amostragem pode ser determinada, basicamente, por meio de dois procedimentos principais: (a) em função da variabilidade da população, do erro de amostragem admitido e da probabilidade de confiança fixada e (b) em função do tempo e recursos disponíveis e, neste caso, o erro da amostragem não é fixado, sendo maior ou menor, dependendo das condições em que se encontram as amostras. Aqui, a intensidade da amostragem é determinada em função do volume de trabalho que poderá ser realizado em um tempo determinado ou em função dos recursos disponíveis.

Penteado et al. (1993, 2002b) desenvolveram um método, baseado na amostragem sequencial, no qual a amostra não tem tamanho fixo, sendo dimensionada à medida em que a amostragem vai sendo realizada, em função dos resultados obtidos.

Outro método para o monitoramento da vespa-da-madeira é a amostragem sistemática (METODOLOGIAS..., 2016), onde as avaliações são realizadas em linhas sequenciais e intercaladas e em quatro anos todo o talhão é amostrado.

Quanto à distribuição das árvores atacadas no campo, Penteado et al. (2002b) verificaram que, geralmente, ela é aleatória, sem concentração de plantas atacadas, tanto em povoamentos com níveis de ataques mais baixos, como mais altos. Isto também foi observado pelo National Sirex Coordination Committee (1991), na Austrália. Este fato contribui para a obtenção de resultados mais precisos durante a realização do procedimento amostral (PENTEADO et al., 2002b).

Assim, visando dar subsídios ao planejamento e execução das ações de monitoramento e controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a eficiência das amostragens sequencial e sistemática na determinação da porcentagem de ataque e de controle da vespa-da-madeira.

Avaliação da eficiência dos métodos da amostragem sequencial e amostragem sistemática

Para avaliar a eficiência da amostragem sequencial e da amostragem sistemática na determinação das porcentagens de ataque e de controle da vespa-da-madeira, foram utilizados dados de três censos realizados em um plantio de *Pinus taeda*, estabelecido em 1975, no Município de Lages, SC. Os dados dos censos (Figura 2), denominados de C1(1993), C2 (1995) e C3 (1996),

originaram mapas de cada plantio, com a localização de todas as árvores, incluindo as sadias, atacadas e falhas, contidas em uma área de cinco hectares.

Estes censos permitiram conhecer a porcentagem de ataque da vespa-da-madeira em cada área. Posteriormente, em cada mapa, foi aplicada a amostragem sequencial e a amostragem sistemática.

A aplicação do método da amostragem sequencial foi baseada em Penteado et al. (1993, 2002b). A avaliação iniciou na 9ª linha do talhão, com a amostragem de todas as árvores da linha, uma vez que haviam, em média, 25 árvores por linha, desconsiderando as falhas. A forma de caminhamento também foi baseada em Penteado et al. (1993, 2002b), que recomendam avaliar todas as árvores da linha, intercalar 8 linhas, retornando na linha seguinte com a avaliação de todas as árvores da linha e assim sucessivamente até que fosse atingido o número de árvores requerido na tabela de amostragem sequencial.

Para a aplicação da amostragem sistemática, baseado em Metodologias... (2016), foi considerado o primeiro ano de avaliação do talhão, quando a amostragem é iniciada na 5ª linha do plantio e avaliadas todas as árvores presentes em 3 linhas sequenciais (Figura 3). Em seguida, foram intercaladas 9 linhas e avaliadas mais 3 linhas, e assim sucessivamente até o final do talhão (Figura 3).

Quando considerada a avaliação no segundo ano de amostragem do talhão, a amostragem iniciou na 8ª

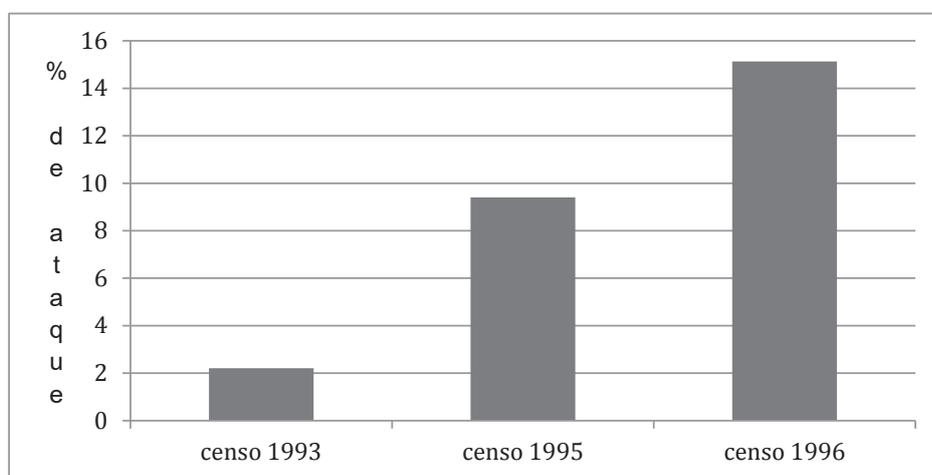


Figura 2. Porcentagens de ataque da vespa-da-madeira em plantio de *Pinus taeda* localizado no Município de Lages, SC, no período de 1993 a 1996.

linha do plantio e foram avaliadas todas as árvores presentes em 3 linhas sequenciais (Figura 4). Em seguida, foram intercaladas 9 linhas e avaliadas mais 3 linhas e assim sucessivamente até o final do talhão (Figura 4).

Nos demais anos, a avaliação iniciou sempre uma linha após a última linha avaliada no ano anterior (Figura 5) e, da mesma forma, foram intercaladas 9 linhas e avaliadas mais três linhas, e assim por diante até o final do talhão.

- amarelo - ∞ = início e condução da amostragem no 1º ano
- azul - ◇ = início e condução da amostragem no 2º ano
- verde - β = início e condução da amostragem no 3º ano
- lilás - π = início e condução da amostragem no 4º ano

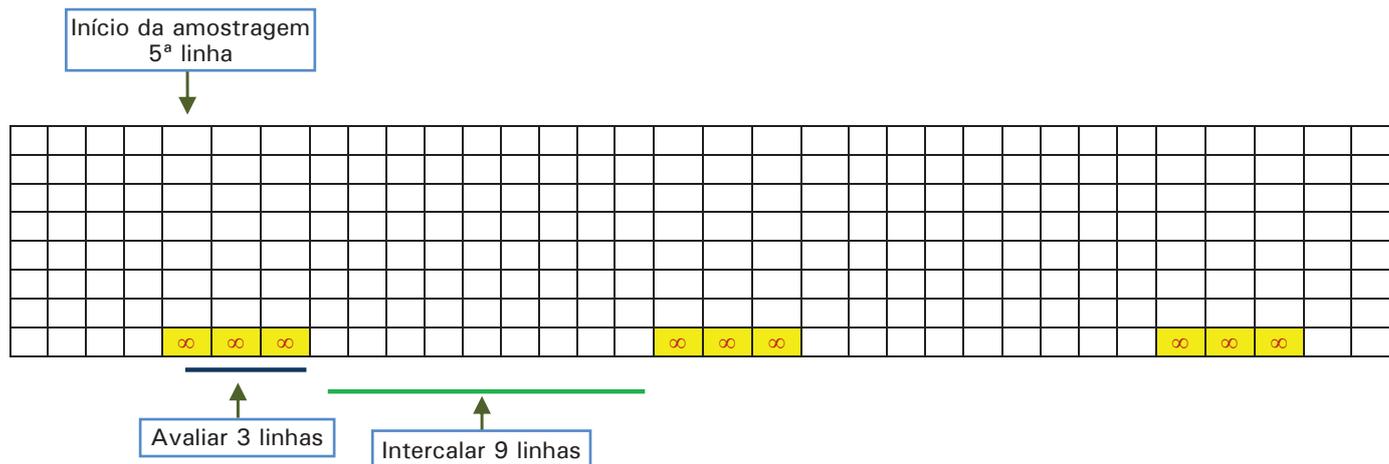


Figura 3. Esquema de condução da amostragem sistemática no primeiro ano de avaliação do talhão, para determinação da porcentagem de ataque da vespa-da-madeira em plantio de pinus.

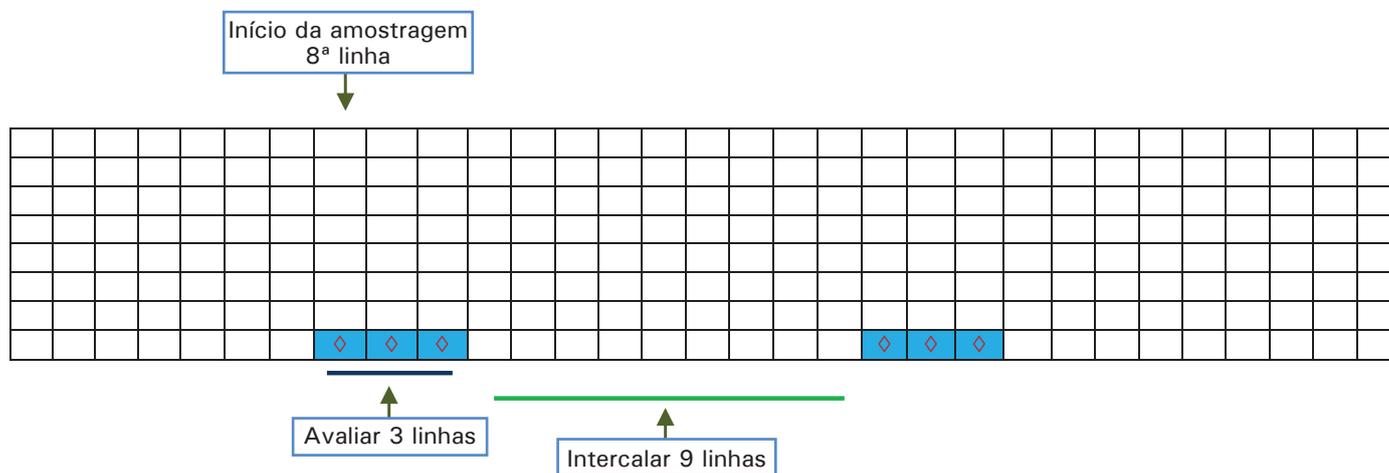


Figura 4. Esquema de condução da amostragem sistemática no segundo ano de avaliação do talhão, para determinação da porcentagem de ataque da vespa-da-madeira em plantio de pinus.

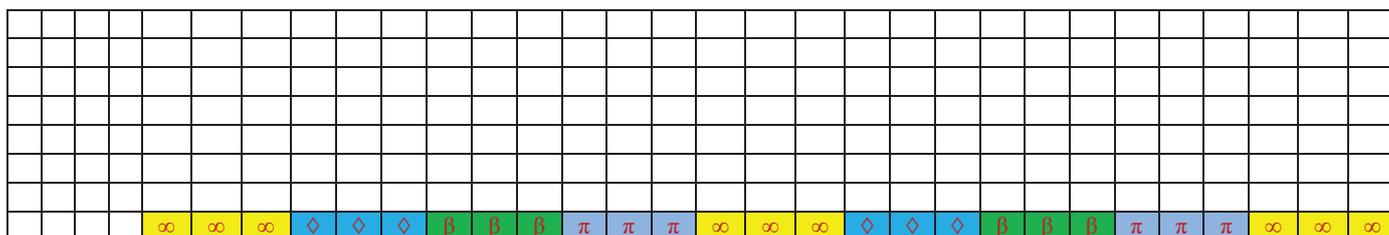


Figura 5. Esquema de condução da amostragem sistemática nos anos subsequentes ao início da avaliação do talhão, para determinação da porcentagem de ataque da vespa-da-madeira em plantio de pinus.

Resultados

Nas Tabelas 1, 2 e 3 são apresentados os dados referentes ao número de árvores avaliadas, porcentagens de ataque registradas no censo e nos dois métodos de amostragem e nos três períodos de avaliação e também o número de árvores a serem inoculadas com o nematoide.

Na aplicação da amostragem sequencial, nas três situações avaliadas (C1, C2 e C3), os resultados encontrados, referentes ao número de árvores atacadas em relação ao número de árvores amostradas, exigiram a avaliação do número máximo de árvores requerido pela tabela de amostragem sequencial, ou seja, 272 árvores.

Tabela 1. Número de árvores avaliadas, porcentagens de ataque da vespa-da-madeira e de árvores inoculadas com o nematoide em uma área de 5 ha de *Pinus taeda* utilizando diferentes métodos de amostragem. Lages, SC. Primeira avaliação (C1). 1993.

Método de avaliação	1ª avaliação						
	Nº de árvores avaliadas	Nº de árvores atacadas	% de ataque	Nº de árvores inoculadas considerando a inoculação em 20% das árvores atacadas	% de árvores inoculadas em relação ao nº de árvores atacadas do censo	Nº de árvores inoculadas considerando a inoculação em 100% das árvores atacadas	% de árvores inoculadas em relação ao nº de árvores atacadas do censo
censo	4.467	99	2,21	20	-	99	-
amostragem sequencial	272	12	4,41	2	2	12	12
amostragem sistemática	994	27	2,72	5	5	27	27

Tabela 2. Numero de árvores avaliadas, porcentagens de ataque da vespa-da-madeira e de árvores inoculadas com o nematoide em uma área de 5 ha de *Pinus taeda* utilizando diferentes métodos de amostragem. Lages, SC. Segunda avaliação (C2). 1995.

Método de avaliação	2ª avaliação						
	Nº de árvores avaliadas	Nº de árvores atacadas	% de ataque	Nº de árvores inoculadas considerando a inoculação em 20% das árvores atacadas	% de árvores inoculadas em relação ao nº de árvores atacadas do censo	Nº de árvores inoculadas considerando a inoculação em 100% das árvores atacadas	% de árvores inoculadas em relação ao nº de árvores atacadas do censo
censo	4.404	414	9,4	83	-	414	-
amostragem sequencial	272	23	8,5	5	1,2	23	5,6
amostragem sistemática	964	99	10,3	20	4,8	99	24,0

Tabela 3. Numero de árvores avaliadas, porcentagens de ataque da vespa-da-madeira e de árvores inoculadas com o nematoide em uma área de 5 ha de *Pinus taeda* utilizando diferentes métodos de amostragem. Lages, SC. Terceira avaliação (C3). 1996.

Método de avaliação	3ª avaliação						
	Nº de árvores avaliadas	Nº de árvores atacadas	% de ataque	Nº de árvores inoculadas considerando a inoculação em 20% das árvores atacadas	% de árvores inoculadas em relação ao nº de árvores atacadas do censo	Nº de árvores inoculadas considerando a inoculação em 100% das árvores atacadas	% de árvores inoculadas em relação ao nº de árvores atacadas do censo
censo	4.359	654	15,0	131	-	654	-
amostragem sequencial	272	45	16,5	9	1,4	45	6,9
amostragem sistemática	960	159	16,6	32	4,9	159	24,3

Verificou-se que, em situações de ataques com percentuais mais baixos, como é o caso do 1º censo (Tabela 1), ocorreu uma variação maior na porcentagem de ataque quando comparado ao censo. Nas duas outras situações (C2 e C3), com percentuais de ataque mais elevados, os valores obtidos nos dois métodos de amostragem foram muito próximos ao censo (Tabelas 2 e 3).

Na amostragem sequencial, a porcentagem de árvores avaliadas, em relação ao censo, foi em média, 6,2%. Já, na amostragem sistemática, a porcentagem média de árvores avaliadas foi 22%, ou seja, quase 4 vezes maior que na amostragem sequencial. Este pode ser um aspecto importante a ser considerado durante a escolha do método de amostragem.

Segundo o National Sirex Co-ordination Committee (1991), resultados confiáveis são obtidos pela avaliação de 2% a 3% do total de árvores do talhão. Ao considerar a avaliação de 3% nas três áreas (C1, C2 e C3), seria suficiente a amostragem de 134, 132 e 106 árvores, respectivamente. Assim, os dois métodos aqui utilizados apresentam tamanhos de amostra superiores a esta recomendação.

Porém, conforme recomendado por Penteadó et al. (2002a, 2015), o controle da vespa-da-madeira com o uso do nematóide *D. siricidicola* deve ser realizado em pelo menos 20% das árvores atacadas. Assim, considerando a amostragem sequencial, nas três avaliações (C1, C2 e C3), 20% das árvores atacadas da amostra representa a inoculação, respectivamente de, 2%, 1,2% e 1,4% das árvores em relação ao censo. Ainda neste caso, ao considerar a inoculação de 100% das árvores atacadas da amostra, ter-se-ia, respectivamente, a inoculação de 12%, 5,6% e 6,9% das árvores (Tabelas 1, 2 e 3), valores muito abaixo do recomendado pela pesquisa, que é de pelo menos 20%.

Na amostragem sistemática, se a inoculação do nematóide for realizada em 20% das árvores atacadas da amostra, serão inoculadas, respectivamente para C1, C2 e C3, 5%, 4,8% e 4,9% das árvores, em relação ao censo. Entretanto, se a inoculação for realizada em 100% das árvores atacadas da amostra, serão inoculadas, respectivamente para C1, C2 e C3, 27%, 24% e 24,3% das árvores, em relação ao censo. Neste

caso, o número de árvores atende perfeitamente à recomendação da pesquisa.

Pelos resultados obtidos nos dois métodos de amostragem, verifica-se que, na amostragem sistemática, já é possível, no momento em que é feito o monitoramento, realizar a inoculação do nematóide, reduzindo os custos das operações, considerando também que o número de árvores inoculadas será, em média, de 25,1%.

Se o método utilizado para o monitoramento for a amostragem sequencial, será necessário, para as atividades de controle da praga, inocular todas as árvores atacadas que forem encontradas na amostra, que no presente estudo foi em média de 8,2% e ainda selecionar, na área, um maior número de árvores atacadas, até que se atinja o mínimo de 20% de árvores atacadas a serem inoculadas, conforme recomendado por Penteadó et al. (2002a, 2015).

Entretanto, se o objetivo é apenas monitorar a presença da praga e os níveis de ataque, a amostragem sequencial é a mais recomendada, em função da sua eficiência e principalmente pelos custos reduzidos quando comparada com a amostragem sistemática.

Considerações finais

Não há dúvidas de que as atividades de monitoramento e controle da vespa-da-madeira são essenciais e que devem fazer parte do planejamento de qualquer empresa florestal que utiliza como matéria-prima o pínus. Porém, sabe-se também que a questão dos custos das atividades tem um impacto muito grande e que poderá inclusive prejudicar o desenvolvimento destas atividades.

Neste trabalho, é realizada uma comparação de dois métodos de monitoramento da vespa-da-madeira em plantios de pínus, e sua eficiência no planejamento das atividades de controle.

Conforme apresentado, esta é uma praga muito agressiva, uma vez que, de um ano para o outro, as porcentagens de ataque aumentam em progressão geométrica. Assim, a detecção precoce e o imediato controle são fundamentais para evitar perdas

econômicas. O nematoide, *Deladenus siricidicola*, apresenta uma eficiência média de 70%, podendo chegar a índices próximos a 100%. Porém, esta eficiência é alcançada apenas quando são seguidas as orientações disponíveis pela pesquisa, sendo que um dos fatores de maior relevância refere-se ao número de árvores inoculadas, que deverá sempre ser de pelo menos 20% das árvores atacadas do talhão. A inoculação de uma menor porcentagem de árvores fará com que o nematoide leve mais tempo para se estabelecer na área e, nesta situação, poderão ocorrer perdas em produtividade e prejuízos econômicos.

Assim, se o objetivo é apenas monitorar a presença da praga e os níveis de ataque, a amostragem sequencial é a mais recomendada, pelos custos reduzidos, quando comparada com a amostragem sistemática. Porém, se o objetivo for realizar as duas atividades conjuntas (monitoramento e inoculação), a amostragem sistemática é a mais indicada, pois permite uma boa eficiência e redução dos custos das operações.

Referências

FABER, R.; SHEATSLEY, P.; TURNER, A.; WAKSBERG, J. What is a survey. Washington, DC: American Statistical Association, 1980.

HAUGEN, D. A.; BEDDING, R. A.; UNDERDOWN, M. G.; NEUMANN, F. G. National strategy for control of *Sirex noctilio* in Australia. **Australian Forest Grower**, v. 13, n. 2, 1990. 8 p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. IBA: Indústria Brasileira de Árvores. Brasília, DF, 2016. 100 p. Relatório Iba 2016. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2017.

METODOLOGIAS para monitoramento da vespa-da-madeira visando o planejamento das ações de controle: pinus. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. Folder. (TTflorestal: transferência de tecnologia florestal).

NATIONAL SIREX CO-ORDINATION COMMITTEE. National sirex control strategy: operations worksheets. Canberra, 1991. 10 p.

PÉLLICO NETO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1993. 268 p.

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

PENTEADO, S. R. C.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. **Manual para o controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus**. 2. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 39 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 76).

PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, E. B. Amostragem sequencial para determinação dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de *Pinus* spp. In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL, 1992, Florianópolis. Anais... Colombo: EMBRAPA-CNPQ / FAO-ONU / USDA. Forest Service, 1993. p. 175-181.

PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. **Aplicação da amostragem sequencial para monitoramento dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* em povoamentos de *Pinus taeda***. Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 17 p. (Embrapa Florestas. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 11).

Comunicado Técnico, 398

Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
CEP 83411-000 - Colombo, PR
Fone: 41 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição
Versão digital (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos
Vice-Presidente: José Elidney Pinto Júnior
Secretária-Executiva: Neide Makiko Furukawa
Membros: Luis Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderes Aparecida de Sousa, Álvaro Figueredo dos Santos, Giselda Maia Rego, Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling

Expediente

Supervisão editorial: José Elidney Pinto Júnior
Revisão de texto: José Elidney Pinto Júnior
Normalização bibliográfica: Francisca Rasche
Diagramação: Neide Makiko Furukawa