

Métodos de amostragem para avaliação dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* em plantios de *Pinus taeda* e para monitoramento da eficiência de seus inimigos naturais

Susete do Rocio Chicrello Penteadó, Edilson Batista de Oliveira, Edson Tadeu Iede

Resumo

Devido à grande ameaça que *Sirex noctilio* (vespa-da-madeira) representa para o setor florestal brasileiro, é de fundamental importância o seu monitoramento e de seus inimigos naturais. Assim, este trabalho teve como objetivos definir métodos de amostragem para avaliação populacional de *Sirex noctilio* e dos níveis de parasitismo de *Beddingia* (= *Deladenus*) *siricidicola* e *Ibalia leucospoides*. Para isso, foram instalados experimentos em povoamentos de *Pinus taeda* em Encruzilhada do Sul - RS e Lages - SC. Em cada local foram selecionadas cinco árvores atacadas por *S. noctilio*, as quais foram divididas em toretes e acondicionados em gaiolas. Todos os adultos de *S. noctilio* que emergiram foram contados e dissecados sob lupa, para determinação da porcentagem de parasitismo por *B. siricidicola*. Os adultos de *I. leucospoides* foram contados, para o posterior cálculo da porcentagem de parasitismo. O estudo da distribuição dos insetos ao longo do tronco indicou que a região correspondente aos 30% iniciais do tronco, apesar de apresentar maior volume de madeira, é menos preferida por *S. noctilio* e seus inimigos naturais. A análise de resíduos indicou que a região compreendida entre 30% e 80% da altura total do tronco, ocorre menor dispersão dos dados observados em relação aos pontos estimados pela equação de regressão, sendo que, para melhor precisão dos resultados, os toretes devem ser coletados nesta região. Através da utilização de um modelo matemático de classificação hierárquica, foram elaboradas tabelas de coeficientes de variação, com as quais tornou-se possível o estabelecimento do

número de árvores e de toretes que deverão ser amostrados, levando-se em consideração, principalmente, o custo desta atividade e o espaço para o armazenamento das amostras. Para o estudo dos percentuais de ataque de *S. noctilio* em povoamentos de *P. taeda*, procurou-se definir um método de amostragem que priorizasse a redução dos custos e ao mesmo tempo oferecesse uma boa precisão dos resultados. Assim, a amostragem sequencial foi considerada a alternativa mais viável, por não apresentar um tamanho fixo de amostra, o qual é definido em função de resultados obtidos durante os levantamentos amostrais. Assim não ocorrem desperdícios com tamanhos excessivos e nem falta de precisão com tamanhos reduzidos da amostra. Isto propicia maior rapidez na obtenção dos resultados, economia de tempo e, conseqüentemente, redução dos custos da operação.

Introdução

No Brasil, de uma área total de aproximadamente cinco milhões de hectares reflorestados, cerca de dois milhões referem-se a plantios de *Pinus* spp. Na região Sul e estado de São Paulo estão localizados, aproximadamente, 1,2 milhões de hectares, constituídos, em sua maioria, pelas espécies *Pinus taeda* L. e *Pinus elliotii* Engelm., com as finalidades principais de suprir as indústrias de papel, celulose, chapas de partículas de madeira aglomerada, indústria de processamento de resina e também de produção de madeira serrada e lâminas.

Entretanto, devido à inadequação das práticas silviculturais, observa-se a existência de

extensas áreas reflorestadas em precárias condições fitossanitárias, tornando os plantios mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, expondo-os a perdas imprevisíveis. Enquadra-se neste caso, a ocorrência da vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae), originária da Europa, Ásia e norte da África, e detectada pela primeira vez no Brasil em fevereiro de 1988 (Iede et al. 1988), atingindo em 1997, cerca de 250 mil hectares de povoamentos de *Pinus* spp. localizados nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

Para o controle desta praga, tem sido utilizado o nematóide, *Beddingia* (= *Deladenus*) *siricidicola* (Nematoda: Neotylenchidae), o qual esteriliza as fêmeas de *S. noctilio* e o parasitóide *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae), que ataca ovos e larvas de 1º e 2º ínstar.

A deficiência de estudos relacionados aos aspectos amostrais de *S. noctilio*, tem dificultado a avaliação da população da praga e eficiência de seus inimigos naturais. Estas atividades, além de onerosas, requerem espaço para armazenamento das amostras o que, muitas vezes, inviabiliza o trabalho. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de definir métodos de amostragens para a avaliação dos danos provocados pela vespa-da-madeira e monitoramento da eficiência dos seus inimigos naturais, levando-se em consideração o custo da atividade e a precisão dos resultados.

Material e métodos

Os dados foram coletados de material proveniente de Encruzilhada do Sul, RS e Lages, SC. Em cada local, foram selecionadas cinco árvores de *P. taeda* atacadas, as quais foram inoculadas com o nematóide. Posteriormente estas foram transferidas ao laboratório, divididas em toretes e acondicionados, individualmente, em gaiolas teladas.

Distribuição dos insetos ao longo do tronco de *Pinus taeda*

Para determinar a distribuição dos insetos ao longo do tronco de *P. taeda*, todos os adultos de *S. noctilio* e de *I. leucospoides* que emergiram, foram coletados, contados e os adultos de *S. noctilio* foram também dissecados e avaliados, sob lupa, para verificação de nematóides em seu aparelho reprodutor. O estudo da distribuição dos insetos ao longo do tronco de *P. taeda* foi realizado através da análise de regressão do número de adultos que emergiu de cada segmento do tronco de 1 m de comprimento sobre a altura relativa do respectivo segmento.

A análise de regressão foi realizada seguindo modelos polinomiais até 4º grau, tendo número de insetos como variável dependente e a altura

relativa, $\frac{h_i}{H}$, como variável independente,

onde:

h_i = altura da árvore no ponto i

H = altura total da árvore

O modelo polinomial até 4º foi também utilizado para descrever a variação dos diâmetros ao longo do tronco. Neste caso

foram considerados a altura relativa $\frac{h_i}{H}$ como variável independente e os diâmetros relativos,

$\frac{d_i}{DAP}$, como variável dependente, onde:

d_i = diâmetro do tronco na altura h_i

DAP = diâmetro à altura do peito (1,3 m)

Este procedimento teve por objetivo estudar a ocorrência dos insetos também em relação ao afilamento do tronco.

Foi realizada uma análise de resíduos em porcentagem com base em Neter e Wasserman (1974), para determinar a variação do número de insetos de cada segmento em relação à posição que esse segmento ocupava ao longo do tronco.

Dimensionamento da amostra de *Pinus taeda*

O dimensionamento da amostra para avaliação populacional de *S. noctilio* e do parasitismo por *B. siricidicola* e *I. leucospoides*, foi realizado através de uma análise de variância, baseada no modelo misto de classificação hierárquica, a três estágios, conforme metodologia descrita por Snedecor e Cochran (1978) e Lima (1979).

O modelo foi definido por:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + p_{ij} + t_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} = observação referente ao torete k, na posição j, da árvore i

μ = média da população

a_i = efeito da árvore i (i = 1,2,3,...,5)

p_{ij} = efeito da posição j (j = terços inferior, médio, superior) da árvore i

t_{ijk} = efeito do torete k (k = 1,2,3,...,7) na posição j, da árvore i

Para o dimensionamento da amostra, utilizando-se o modelo proposto, foram elaboradas tabelas de dupla entrada, com coeficientes de variação, considerando-se um número variável de árvores, de um a cinco, nas linhas, um número variável de toretes, de um a sete, nas colunas, e fixada a posição do tronco mais representativa, a qual foi previamente definida no estudo da distribuição dos insetos ao longo do tronco.

Nº de insetos e diâmetro relativo (di/D)100

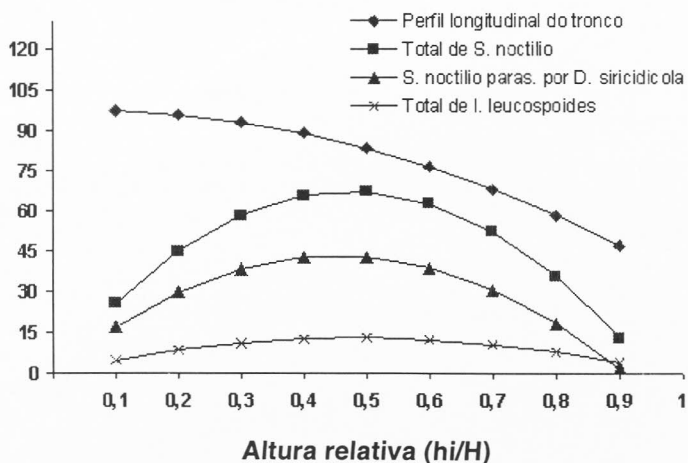


Figura 1. Relação entre o número total de *Sirex noctilio* e de *Ibalia leucospoides*, com o afilamento do tronco de árvores de *Pinus taeda*. Encruzilhada do Sul, RS.

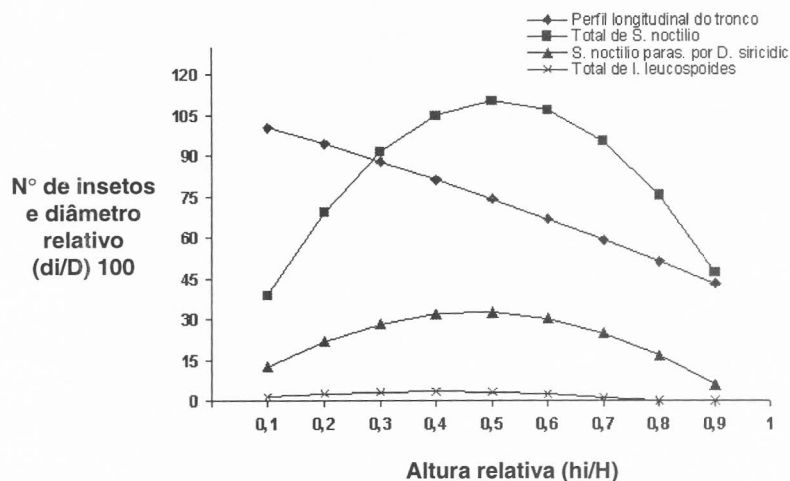


Figura 2. Relação entre o número total de *Sirex noctilio* e de *Ibalia leucospoides*, com o afilamento do tronco de árvores de *Pinus taeda*. Lages, SC

A não preferência dos insetos pelos 30% iniciais do tronco pode estar relacionado ao alto teor de umidade. A análise de umidade (Tabela 1) indicou que no primeiro terço da árvore, ocorrem as maiores porcentagens de umidade, com 86,40% em Encruzilhada do Sul e 96,23%, em Lages. A maior espessura da casca, nesta região, pode também ter funcionado como uma barreira física para a realização da postura, tanto de *S. noctilio* como de *I. leucospoides*.

Tabela 1. Dados de diâmetro à altura do peito (DAP), altura e teor de umidade (baseado no peso seco) referente às árvores de *Pinus taeda* selecionadas para inoculação do nematoide, *Deladenus siricidicola* em Encruzilhada do Sul, RS, e Lages, SC. 1993-1994

Local	DAP (cm)	Altura (m)	Teor de umidade (%)			Média
			Terço inferior	Terço médio	Terço superior	
Encruzilhada do Sul-RS						
Árvore 1	19,00	12,30	119,86	29,78	22,68	57,44
Árvore 2	18,70	9,70	64,15	29,77	23,17	39,03
Árvore 3	16,30	9,70	72,28	29,30	23,14	41,57
Árvore 4	20,40	11,30	80,07	31,61	23,64	45,11
Árvore 5	16,00	10,80	95,64	29,37	23,02	49,34
Média	18,08	10,76	86,40	29,97	23,31	46,50
Lages-SC						
Árvore 1	22,10	16,00	126,35	35,23	31,02	64,20
Árvore 2	19,70	14,80	59,73	38,80	29,32	42,62
Árvore 3	12,90	12,00	49,57	38,69	28,79	39,02
Árvore 4	27,60	15,30	146,80	50,40	33,11	76,77
Árvore 5	16,40	15,50	98,69	35,11	34,93	56,24
Média	19,74	14,72	96,23	39,65	31,43	55,77

Pela realização da análise de resíduos foi possível determinar (Figuras 3 e 4) que as amostras para avaliação da população de *S. noctilio* e para definição dos níveis de parasitismo de *B. siricidicola* e *I. leucospoides*, deverão ser coletadas entre 30 e 80% da altura total da árvore (correspondente ao terço médio e metade inferior do terço superior da árvore), pois nesta região, a dispersão dos dados observados em relação aos pontos estimados, foi menor.

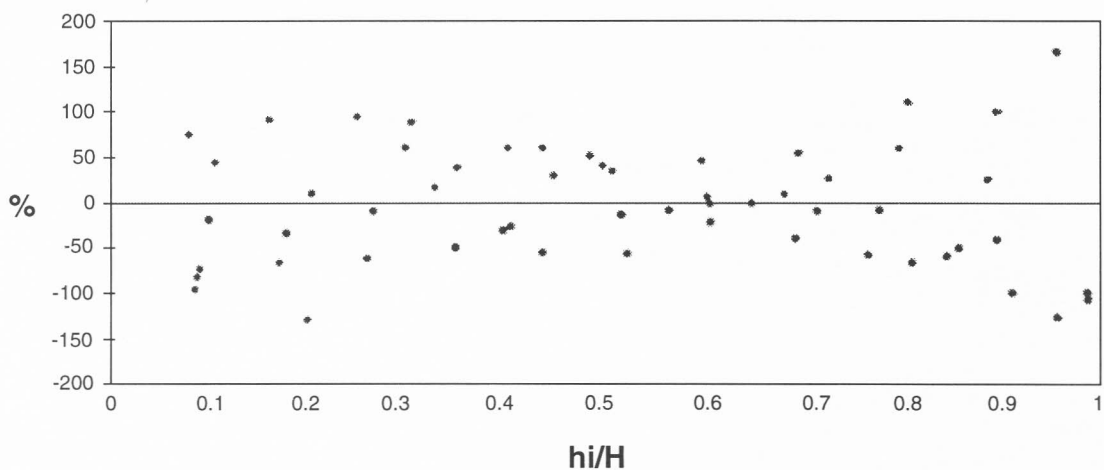


Figura 3. Resíduos da distribuição do número total de *Sirex noctilio* e de *Ibalia leucospoides*, ao longo do tronco das árvores de *Pinus taeda* em Encruzilhada do Sul, RS.

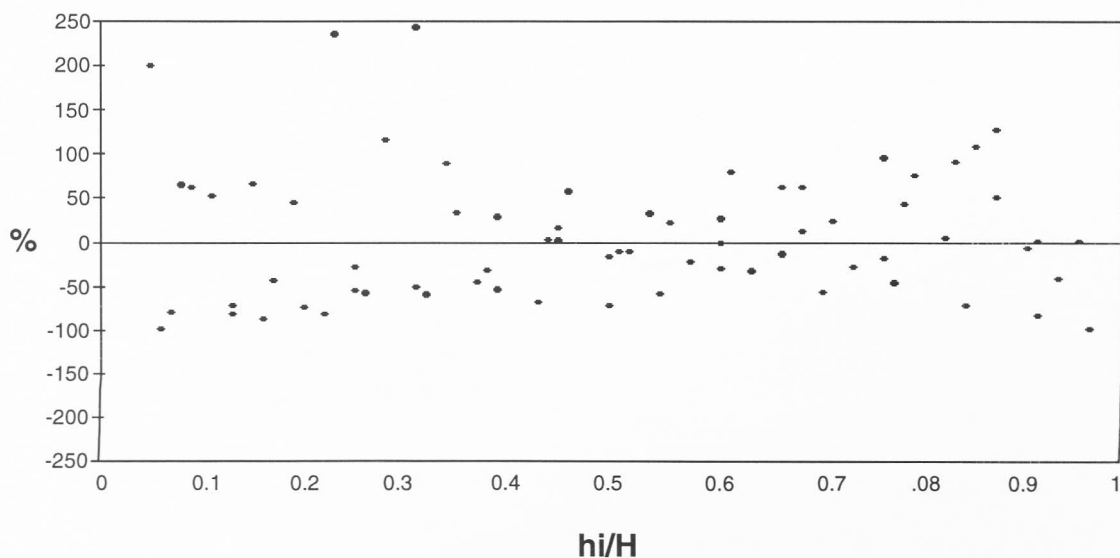


Figura 4. Resíduos da distribuição do número total de *Sirex noctilio* e de *Ibalia leucospoides*, ao longo do tronco das árvores de *Pinus taeda* em Lages, SC.

Dimensionamento da amostra de *Pinus taeda*

Pela utilização da tabela da Tabela 2, a qual foi elaborada com diferentes dimensionamentos da amostra, é possível, pela prévia definição da precisão esperada dos resultados (valores do coeficiente de variação), o planejamento das atividades de monitoramento da praga e de seus inimigos naturais, pela determinação do número de árvores que deverão ser amostradas e o número de toretes, por árvore, a serem coletados.

A amostragem de três árvores e três toretes resulta em um CV próximo a 19% (Tabela 2), o qual pode ser considerado satisfatório para as condições de campo. Neste caso a amostra ficará composta por nove toretes (três toretes por árvore). Aumentando-se o número de árvores, pode-se reduzir o número de toretes, como pode ser verificado quando são amostradas cinco árvores, sendo necessário apenas um torete por árvore. A amostra final será composta por cinco toretes, quase a metade da amostra anterior e com um coeficiente de variação semelhante.

Tabela 2. Coeficientes de variação para o número total de *Sirex noctilio* e *Ibalia leucospoides*, em função do número variável de árvores e de toretes de *Pinus taeda*

Número de árvores	Número de Toretos						
	1	2	3	4	5	6	7
Coeficiente de variação %							
1	43,17	35,85	33,04	31,55	30,62	29,98	29,52
2	30,53	25,35	23,36	22,31	21,65	21,20	20,87
3	24,94	20,71	19,09	18,23	17,69	17,33	17,06
4	21,59	17,92	16,52	15,77	15,31	14,99	14,76
5	19,34	16,06	14,81	14,15	13,73	13,45	13,24

A nível operacional, e possível escolher a opção mais conveniente, como por exemplo: quando o objetivo for a avaliação do parasitismo natural de *B. siricidicola*, cuja operação requer a derrubada das árvores para a coleta das amostras, é mais prática a opção pela amostragem de um menor número de árvores e maior número de toretes por árvore; quando o objetivo

Utilização da tabela de coeficiente de variação

Para a utilização da tabela de coeficiente de variação (CV), deve-se levar em consideração as facilidades operacionais para a condução do trabalho e o espaço disponível para o armazenamento das amostras. Em função destes aspectos, deve-se definir o CV que se deseja trabalhar e com o auxílio da tabela, determinar o número de árvores que deverão ser amostradas e o número de toretes a serem coletados.

for avaliar o parasitismo em árvores inoculadas com o nematóide, as quais foram abatidas anteriormente, não haverá muita diferença entre a escolha de um maior número de árvores ou de toretes. Entretanto, para os dois casos, quando o fator limitante for o espaço para o armazenamento das amostras, a escolha deverá ser feita em função do tamanho final da amostra.

Amostragem sequencial para definição dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda*

O método baseia-se na técnica da amostragem sequencial, onde a amostra não tem tamanho fixo, sendo o seu dimensionamento realizado em função dos resultados obtidos, à medida em que é feita a amostragem.

Através de uma tabela apropriada (Tabela 3) é possível verificar, a nível de campo, se o número de amostras é suficiente, ou se a amostragem deve continuar sendo realizada. Assim não ocorrem desperdícios com tamanhos excessivos e nem falta de precisão com tamanhos reduzidos da amostra. Isto propicia maior rapidez na obtenção dos resultados, economia de tempo e, conseqüentemente, redução dos custos da operação.

Tabela 3. Amostragem sequencial para definição do número de árvores atacadas por *Sirex noctilio* em povoamentos de *Pinus taeda*

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		49
272		44
272		38
272		27
272		22
272		16
272		11
272		5
272		1

Utilização da tabela amostragem sequencial

- iniciar amostrando no mínimo 68 árvores
- anotar o número de árvores atacadas
- se o número de árvores atacadas da amostra for igual ou superior a 34, considerar a amostra completada
- se este número for inferior a 34, continuar o processo, amostrando mais 6 árvores, totalizando 74 árvores amostradas
- se o número de árvores atacadas for 36 ou mais, interromper a amostragem
- se este número for inferior, continuar até que seja obtido o número de árvores atacadas requerido na terceira coluna da tabela
- quando se atinge 272 árvores, deve-se interromper a amostragem. Utilizando-se para o cálculo da porcentagem de ataque, o número de árvores atacadas encontradas na amostra
- o percentual de árvores atacadas é calculado por:

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

Conclusões

- a região do tronco correspondente aos 30% iniciais, é menos preferida por *S. noctilio* e pelos seus inimigos naturais
- as amostras para avaliação da população de *S. noctilio* e para definição dos níveis de parasitismo de *B. siricidicola* e *I. leucospoides* em árvores de *P. taeda*, deverão ser coletadas na região compreendida entre 30% e 80% da altura do tronco, correspondendo, aproximadamente, ao terço médio e metade do terço superior da árvores
- a utilização da tabela de coeficiente de variação permite o planejamento das atividades de monitoramento da praga e de seus inimigos naturais, considerando a precisão dos resultados, armazenamento das amostras e custos da operação
- a utilização da amostragem sequencial para definição dos percentuais de ataque de *S. noctilio* em povoamentos de *P. taeda*, permite a obtenção de resultados com maior rapidez e a um custo mais baixo quando comparado à utilização de parcelas com tamanho fixo de amostras

Recomendações

- pela utilização da tabela de coeficientes de variação, é possível definir o número de árvores e de toretes a serem amostrados. Entretanto, a escolha das árvores é uma parte muito importante de todo o processo. Devido à ocorrência de variação entre árvores, quanto ao número de adultos de *S. noctilio* que emergem destas, é recomendável que durante a escolha das amostras, tenha-se o cuidado de coletar toretes com bastante respingos de resina, devido à postura de *S. noctilio*. Isto é importante para garantir a presença de um número razoável de insetos nestes toretes
- deve-se levar em consideração, também, para a utilização das tabelas de CV, que as variações existentes em um mesmo

plantio, tais como, solo, idade das plantas, manejo, etc., poderão interferir na precisão dos resultados, e se necessário, deverão ser coletadas amostras para as diferentes condições

- para a utilização da amostragem sequencial para definição dos percentuais de ataque de *S. noctilio* em povoamentos de *P. taeda*, deve-se sempre considerar a homogeneidade da área. Se ocorrerem variações dentro de um mesmo plantio, este deverá ser estratificado e ser realizada uma avaliação em cada estrato

Referências

- Iede, E. T.; Penteadó, S. R. C.; Bisol, J. C. 1988b. Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil. (EMBRAPA-CNPF Circular Técnica 20) Colombo: EMPRABA-CNPF.12 p.
- Lima, P. C. 1979. Método de amostragem para a avaliação do índice de infecção da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. E Br.). Piracicaba: Tese (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrícola)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". 65 p.
- Mendenhall, W. 1985. Probabilidade e estatística. Rio de Janeiro: Campus. 489 p.
- Neter, J.; Wasserman, W. 1974. Applied linear statistical models. Richard D. Irwin, Inc. 842 p.
- Penteadó, S. R. C.; Oliveira, E. B.; Iede, E. T. 1993. Amostragem sequencial para determinação de 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/fao/usda/funcema: 175-181.
- Penteadó, S. R. C. 1995. Métodos de Amostragem para Avaliação Populacional de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera, Siricidae) e de seus Inimigos Naturais, em *Pinus taeda* L. e Aspectos do Controle Biológico.

Curitiba: Tese (Mestrado em Ciências Biológicas)-Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. 131 p.

Snedecor, G. W.; Cochran, W. G. 1978. Métodos Estadísticos. Companhia Editorial Continental, S.A. México. 703 p.