



Monitoramento de insetos e distribuição espacial de *Sitophilus* spp. (Coleoptera: Curculionidae) em unidade de beneficiamento e armazenamento de grãos

Insect monitoring and the spatial distribution of Sitophilus spp. (Coleoptera: Curculionidae) in a grain processing and storage unit

Luiz Fernandes Silva Dionísio^{1*}, Antonio Cesar Silva Lima², Richarles Martins Izidório³, Artur Vinícius Ferreira dos Santos⁴, Hipolito Murga-Orrillo⁵, Greguy Looban Cavalcante de Lima⁶

Resumo: O objetivo deste trabalho foi identificar as principais espécies de insetos de grãos armazenados, bem como determinar o padrão de distribuição espacial de *Sitophilus* spp. em estrutura de beneficiamento e armazenamento de grãos. O estudo foi realizado em uma unidade de armazenamento e beneficiamento de grãos no município de Boa Vista/RR, onde foram realizadas 20 amostragens no período de julho de 2013 a maio de 2014. Para coleta dos insetos, foram usadas armadilhas do tipo cápsula com atrativo alimentar, distribuídas na unidade armazenadora, sendo 8 armadilhas colocadas na área externa, no chão, junto às paredes do graneleiro, e 12 armadilhas distribuídas na parte interna junto às áreas de secagem, ensacamento dos grãos e moega. As coletas dos insetos foram realizadas mensalmente, retirando-se o atrativo da armadilha e levando-o ao laboratório de Proteção de Plantas, no Centro de Ciências Agrárias-CCA/UFRR, para contagem e identificação dos insetos. As análises da variabilidade e da dependência espacial foram feitas por meio de incorporação de procedimentos geoestatísticos baseados em técnicas de modelagem espacial por semivariogramas. Os mapas de krigagem foram gerados a partir dos dados de contagem de adultos de *Sitophilus* spp. presentes nas armadilhas. Foram coletados 60.913 insetos em onze meses. As espécies mais representativas foram: *Oryzaephilus surinamensis* (29,3%), *Rhyzopertha dominica* (28%), *Sitophilus* spp. (17%) e *Cryptolestes* spp. (15,7%). A distribuição espacial do *Sitophilus* spp. é agregada com dependência espacial descrita pelo modelo esférico. Observou-se maior infestação do *Sitophilus* spp. nas áreas próximas dos silos de armazenamento. Para elaboração de métodos seguros de amostragem de *Sitophilus* spp., recomenda-se distribuir uma armadilha a cada 21 m.

Palavras-chave: Coleópteros. Geoestatística. Monitoramento. Pragas de grãos armazenados.

Abstract: The aim of this study was to identify the main species of insects in stored grain, as well as determine the spatial distribution pattern of *Sitophilus* spp. in a grain processing and storage structure. The study was carried out in a grain storage and processing unit in Boa Vista, in the State of Roraima, where 20 samples were taken from July 2013 to May 2014. To collect the insects, traps with food capsules as bait were used distributed around the storage unit, with 8 traps placed on the floor of the external area, along the walls of the silo, and 12 traps placed inside, along the drying and bagging areas and hopper. The insects were collected monthly, the bait being removed from the traps and taken to the Plant Protection Laboratory at the Centre for Agricultural Sciences-CCA of UFRR, for counting and identification of the insects. Analysis of variability and spatial dependence was carried out using geostatistical procedures based on techniques of spatial modelling by semivariogram. Kriging maps were generated from count data of adult *Sitophilus* spp. in the traps. In eleven months, 60,913 insects were collected. The most representative species were *Oryzaephilus surinamensis* (29.3%), *Rhyzopertha dominica* (28%), *Sitophilus* spp. (17%) and *Cryptolestes* spp. (15.7%). The spatial distribution of *Sitophilus* spp. is aggregated with spatial dependence described by a spherical model. The greatest infestation of *Sitophilus* spp. was seen in areas near the storage silos. To develop safe methods of sampling *Sitophilus* spp., placing a trap every 21 m is recommended.

Key words: Coleoptera; Geostatistics; Monitoring; Pests in stored grain.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 01/02/2016 e aprovado em 24/08/2016

¹Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501 Bairro: Terra Firme Cep: 66.077-830-Belém-PA, fernandesluiz03@gmail.com

²Professor do Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Roraima-UFRR, Boa Vista, RR, ant.cesar@uol.com.br

³Bolsista PET - Agronomia, Graduando do curso de agronomia, Universidade Federal de Roraima-UFRR, charlys_martins_rr@hotmail.com

⁴Mestrando do Programa de Pós-graduação em agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, arturvfs@gmail.com

⁵Prof. Auxiliar, Universidad Nacional Autónoma de Chota, (UNACH), Perú, leohmurga@gmail.com

⁶Bolsista PET - Agronomia, Graduando do curso de agronomia, Universidade Federal de Roraima-UFRR, greguylc@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por alimentos, em função do crescimento populacional, exige o aumento da produção de grãos. Porém, tal necessidade tem levado o homem a provocar grandes alterações nos ecossistemas naturais para o plantio e produção de alimentos (BORGES; VILA NOVA, 2011).

Na cadeia de produção agrícola, o armazenamento é uma etapa importante, refletindo no custo, além de afetar diretamente a qualidade do produto que chega à mesa do consumidor (COSTA *et al.*, 2010).

Os coleópteros, pragas de grãos armazenados, têm grande importância econômica, pois podem causar sérios danos aos produtos que atacam (CERUTI; PINTO JUNIOR, 2009). Os danos ocasionados pelo ataque de insetos em grãos armazenados resultam em perdas que podem ser quantitativas, visualmente são mais fáceis de serem observadas, ou qualitativas, mais difíceis de serem notadas (PADÍN *et al.*, 2002; JAYAS; WHITE, 2003; CERUTI; PINTO JUNIOR, 2009).

Várias técnicas devem ser utilizadas para o manejo de insetos de grãos e produtos armazenados, sendo os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. considerados de maior potencial para o controle de insetos-pragas nesses ambientes (ATHANASSIOU; STEENBERG, 2007; RONDELLI *et al.*, 2012). Porém, são utilizados comumente medidas de higienização, medidas preventivas, com inseticidas organofosforados e piretróides, e medidas curativas, como: o fumigante fosfina no controle de populações de pragas de grãos armazenados (ARTHUR, 2004; BENHALIMA *et al.*, 2004).

Os inseticidas químicos apresentam riscos ao homem, aos animais domésticos e ao meio ambiente. Esses inseticidas, quando aplicados de forma inadequada, induzem à resistência de algumas espécies de insetos para determinados compostos ou formulações (HADDI *et al.*, 2015). Assim, diversas alternativas de controle de pragas de armazenamento vêm sendo estudadas, dentre as quais os inseticidas naturais (SOUZA *et al.*, 2012). Entre os mais conhecidos, destaca-se o nim, usado primeiramente contra pragas caseiras e de armazéns (VIDIGAL *et al.*, 2007).

O monitoramento de insetos, bem como entender a dinâmica populacional desses associados com grãos armazenados, são fatores importantes na tomada de decisão de práticas de manejo integrado de pragas (SANTOS *et al.*, 2003). Seja qual for o método usado para a detecção de insetos, a interpretação dos dados é fundamental para seu uso efetivo (PINTO JUNIOR *et al.*, 2005), pois permite quantificar e monitorar a ocorrência de insetos ao longo de um período de tempo, possibilitando escolher a forma mais apropriada de controle das pragas.

Estudos sobre a distribuição espacial de insetos são de grande importância em programas de manejo integrado

de pragas por auxiliar no momento do controle e no desenvolvimento de planos de amostragem (RUIZ *et al.*, 2003; DIONISIO *et al.*, 2015), exigindo métodos diferenciados de acordo com as particularidades de cada espécie.

Quando se conhece a distribuição espacial de um inseto, basta aperfeiçoar os processos de amostragens (FERNANDES *et al.*, 2003), implementando-se o seu manejo integrado e realizando o controle mais eficaz mediante a aplicação de inseticidas em quantidades necessárias nos locais onde esses se concentram (DIONISIO *et al.*, 2015). Dessa forma, o controle de insetos, dentre outros organismos de grãos armazenados, deve fazer parte de um sistema de manejo integrado que se baseia no monitoramento e nos procedimentos básicos de limpeza das estruturas, associando diversas estratégias de controle (PEREIRA; SALVADORI, 2008; PINTO JUNIOR *et al.*, 2008).

Assim, objetivou-se com esse estudo identificar as principais espécies de insetos de grãos armazenados em unidade armazenadora de grãos no município de Boa Vista/RR e determinar a distribuição espacial de *Sitophilus* spp.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma Unidade de Armazenamento e Beneficiamento de Grãos com área de 25.000 m², localizada no Município de Boa Vista/RR (02° 46' 17.6" S e 60° 42' 34.7" W), norte do estado de Roraima.

A unidade é composta de cinco silos graneleiros de 2.250,00 toneladas e quatro silos graneleiros de 240 toneladas, um secador com capacidade de 120 toneladas, uma caixa de expedição de 40 toneladas e uma fornalha alternativa (lenha ou casca de arroz) que tem capacidade de beneficiamento de 60 toneladas.

Foram instaladas 20 armadilhas no dia 28 de junho de 2013 em toda a área do armazém graneleiro, incluindo as áreas de secagem e ensacamento dos grãos, moega e silos, para o monitoramento dos insetos. Os silos monitorados continham milho, arroz e soja.

As armadilhas foram distribuídas na unidade armazenadora conforme a Figura 1. As armadilhas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 19 e 20 foram colocadas na área externa, no chão, junto às paredes do graneleiro; as demais armadilhas (9) foram distribuídas na parte interna (unidade de beneficiamento, área de secagem e ensacamento e moega).

As coletas foram realizadas mensalmente no período de julho de 2013 a maio de 2014, totalizando onze avaliações. Para captura dos insetos, foram utilizadas vinte armadilhas (unidade amostral), totalizando vinte unidades. A estrutura das armadilhas foi construída a partir de pedaços de canos de PVC de 100 mm (25 cm de comprimento), cujas extremidades foram fechadas com 2 tampões; nas laterais, foram feitas duas aberturas de 15 x 5 cm, que receberam uma

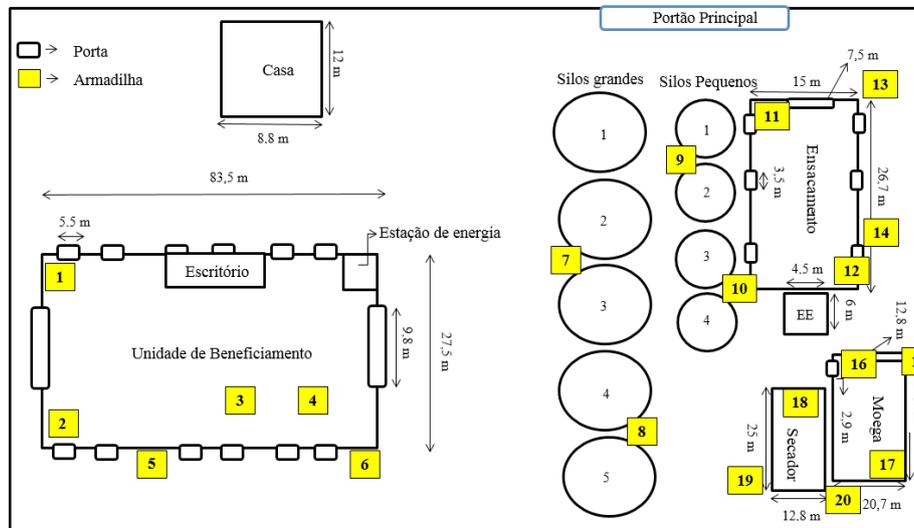


Figura 1 – Planta baixa da estrutura armazenadora de grãos e distribuição das armadilhas, utilizadas no monitoramento de insetos, no período de jul/2013 a mai/2014, Boa Vista/RR.

Figure 1 - Floor plan of the grain storage structure with the distribution of traps used in monitoring insects, from July 2013 to May 2014, Boa Vista, Roraima.

malha que permitisse a livre entrada de insetos, mas evitasse o ataque de outros organismos, tais como pássaros e roedores.

O atrativo alimentar utilizado foi composto de uma mistura de grãos de milho, quirera de milho, grãos de arroz e quirera de arroz, na proporção (em massa) de 1:1:1/2:1, respectivamente, sem contaminantes, colocando-se 200 g por armadilha (CERUTI; PINTO JUNIOR, 2009).

A cada quinze dias, o atrativo era retirado da armadilha e levado ao laboratório de Proteção de Plantas no Centro de Ciências Agrárias-CCA/UFRR, para contagem e identificação dos insetos. As armadilhas eram recolocadas no lugar com a reposição do atrativo alimentar.

Após tabulados os dados, analisou-se a distribuição espacial de *Sitophilus* spp. por meio da geoestatística, com o uso do semivariograma, ajustando um dos 4 modelos possíveis: gaussiano, esférico, potência ou exponencial.

Na primeira etapa da análise, foram obtidos os semivariogramas, que, segundo Silva *et al.* (2011), é o primeiro e mais importante passo no procedimento de uma análise geoestatística. Após esse procedimento, foi escolhido o modelo de semivariograma que mais se ajustou aos dados com base no coeficiente de determinação (R^2), sendo esse modelo utilizado no processo de Krigagem (mapas de contorno). O semivariograma foi estimado pela Equação 1,

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2 \quad \text{Eq. 1}$$

onde, $\gamma(h)$ é a semivariância; $N(h)$ é o número de pares de observação $[Z(x_i); Z(x_i+h)]$ separados pela distância h .

Posteriormente, os dados foram ajustados aos modelos de semivariograma esférico, exponencial, gaussiano ou potência. Nesse estudo, o modelo de semivariograma, ajustado aos dados, foi o esférico, que é descrito na (Equação 2).

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[\frac{2}{3} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], \quad 0 < h < a \quad \text{Eq. 2}$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1, \quad h \geq a$$

Em que, C_0 é o efeito pepita ou semivariância mínima; $C_0 + C_1$ é o patamar ou semivariância máxima; a é o alcance ou raio de agregação.

Em seguida, foi feita a construção dos mapas de krigagem que usam a dependência espacial modelada no semivariograma e estimam valores em qualquer posição do campo sem tendência e com variância mínima, permitindo visualizar o comportamento da variável em estudo por meio de mapas de isolinhas e de superfície.

Foram definidos os parâmetros referentes ao semivariograma: o patamar ($C_0 + C_1$), o efeito pepita (C_0) e o alcance (a). O patamar é o valor do semivariograma correspondente ao seu alcance, o efeito pepita é a semivariância nos pontos muito próximos, quando as distâncias entre as unidades amostrais são bem pequenas, e o alcance (a) representa a distância na qual há dependência espacial entre

as amostras, e seu valor vem sendo usado para determinar a distância adequada entre os pontos de amostragem (SHAO-KUI *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2011; DIONISIO *et al.*, 2015).

Para classificar a dependência espacial, foi utilizada a metodologia descrita por Cambardella *et al.* (1994), que considera forte dependência espacial, quando o semivariograma tem o valor do efeito pepita menor que 25% do patamar, moderada dependência, quando o valor estiver entre 25 e 75%, e de fraca dependência, quando esse valor for maior que 75%.

Para a análise da distribuição espacial e flutuação populacional dos coleópteros, os dados foram agrupados mensalmente, sendo utilizado o programa estatístico SURFER Versão 8.0. (2002) e Excel, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados na estrutura armazenadora, no período de julho de 2013 a maio de 2014, com as armadilhas tipo cápsula, um total de 60.913 insetos, pertencentes às ordens Coleoptera e Psocoptera (Figura 2).

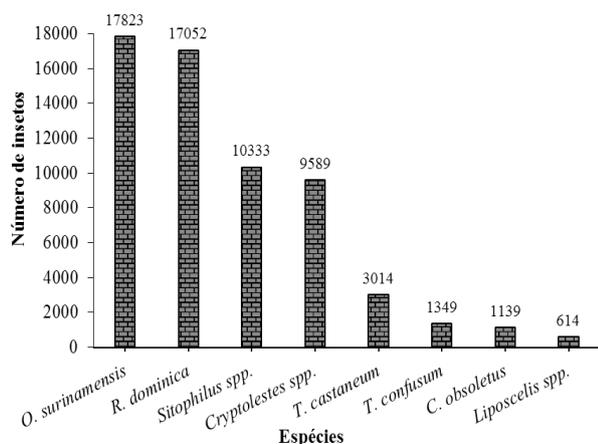


Figura 2 - Espécies capturadas em armadilhas tipo cápsula com atrativo alimentar, em estrutura armazenadora de grãos, no período de jul/2013 a mai/2014, Boa Vista/RR.

Figure 2 - Species captured in traps with food capsules as bait in a grain storage structure, from July 2013 to May 2014, Boa Vista, Roraima.

Os coleópteros de produtos armazenados encontrados em maior número nas armadilhas em ordem decrescente foram: *Oryzaeophilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) com 17.823 (29,3%), *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae), com 17.052 (28%), *Sitophilus*

spp. (Coleoptera: Curculionidae) com 10.333 (17%), *Cryptolestes spp.* Com 9.589 (15,7%), *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) com 3.014 (4,9%), *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) com 1.349 (2,2%), *Carpophilus obsoletus* (Coleoptera: Nitidulidae) com 1.139 (1,9%) espécimes capturados. *Liposcelis sp.* (Psocoptera: Liposcelidae) teve 614 (1%) indivíduos coletados (Figura 2).

As espécies predominantes foram as seguintes: *O. surinamensis* e *R. dominica*. Essas espécies são consideradas pragas secundárias, pois atacam somente grãos já infestados ou quebrados, consumindo preferencialmente a região do embrião (CERUTI; PINTO JUNIOR, 2009). A captura de *O. surinamensis* pode também evidenciar, como no caso de *T. castaneum* e *Cryptolestes spp.*, a capacidade desse tipo de armadilha em detectar populações residuais.

O grande número de insetos capturados da espécie *O. surinamensis* nesse trabalho está de acordo com Lazzari *et al.* (2006) e Ceruti e Pinto Junior (2009), que encontraram *O. surinamensis* em maior quantidade em arroz-em-casca, armazenado em silo metálico e em armazém graneleiro contendo milho, respectivamente, em Santa Catarina. Volk *et al.* (2009) também observaram maior número dessa espécie em grãos de trigo armazenados em silos de concreto em Minas Gerais.

A ocorrência em grande quantidade e frequência de *Sitophilus spp.* na unidade armazenadora observada nesse trabalho também foi observada por Lazzari *et al.* (2006), em arroz com casca armazenado em silo metálico, em Massaranduba/SC, e por Garcia *et al.* (2010), em indústria de beneficiamento de arroz, no município de São Borja/RS, indicando a necessidade urgente de higienização da estrutura e controle direcionado da espécie, pois, de acordo com Ceruti e Pinto Junior (2009), a partir de focos de infestação, os insetos podem espalhar-se pela estrutura e infestar novos locais onde haja resíduos de grãos, requerendo monitoramento contínuo.

Apesar do número de insetos capturados para algumas espécies terem sido baixo, como, por exemplo, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Carpophilus obsoletus* e *Liposcelis sp.*, os resultados mostram que todas as espécies estavam ativas praticamente durante todo o ano, fazendo com que os grãos armazenados estivessem continuamente sujeitos à infestação.

Observa-se na Figura 3 que o maior número de insetos capturados ocorreu nas armadilhas 7, 8, 9 e 14, localizadas na parede do graneleiro, junto aos silos de armazenamento e da área de ensacamento. Para o *Sitophilus spp.*, as maiores infestações também ocorreram próximo dos silos (armadilhas 7 e 9), corroborando com Ceruti e Pinto Junior (2009), que observaram a área próxima dos silos como sendo o local de maior infestação de insetos em armazém graneleiro de milho.

A distribuição espacial de *Sitophilus spp.* no armazém graneleiro ocorreu de forma agregada em todas as avaliações. O modelo esférico foi o que melhor se ajustou

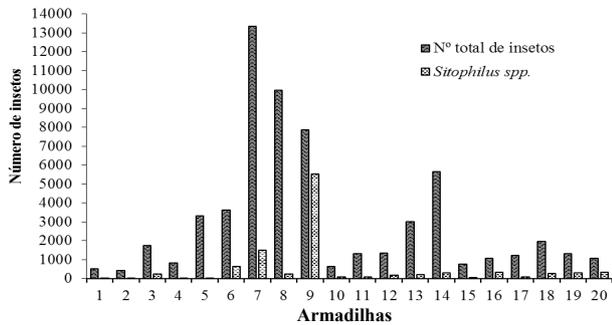


Figura 3 - Número total de insetos capturadas em armadilhas tipo cápsula com atrativo alimentar, em estrutura armazenadora de grãos, no período de jul/2013 a mai/2014, Boa Vista/RR.

Figure 3 - Total number of insects captured in traps with food capsules as bait in a grain storage structure, from July 2013 to May 2014, Boa Vista, Roraima.

nos semivariogramas, e, com base em sua conformação, verificou-se dependência espacial da praga, indicando a formação de reboleiras de 13,7 a 21 m de raio (Figuras 4 e 5).

As Figuras 4 e 5 apresentam os semivariogramas das distribuições espaciais do *Sitophilus* spp. O coeficiente de determinação (R^2) indica a qualidade do ajuste do modelo de semivariograma. Valores próximos de 1 (um) indicam bom ajuste do modelo (SILVA *et al.*, 2011), o que foi observado para o presente trabalho, no qual esse parâmetro apresentou amplitude de 0,95 a 0,99.

O alcance máximo encontrado nesse trabalho foi 21 metros, com área de influência de 1385.4 m², e o mínimo de 13,7, com área de influência de 589.6 m². Com tais resultados, pode-se afirmar que, para se obter uma estimativa confiável da população da praga, é necessária uma armadilha a cada 21 metros. De acordo com Silva *et al.* (2011), o alcance é de grande importância, pois, além de indicar o raio de agregação, permite recomendar o raio de erradicação desses insetos. Assim, pode-se afirmar, nessas condições do estudo, que o raio de erradicação de *Sitophilus* spp. variou de 13,7 a 21 m.

A dependência espacial foi classificada como moderada em oito das onze avaliações, de acordo com a classificação de Cambardella *et al.* (1994), pois, nessas amostragens, o valor do efeito pepita foi superior a 25% e inferior a 75% do valor do patamar. Nas demais amostragens, a dependência

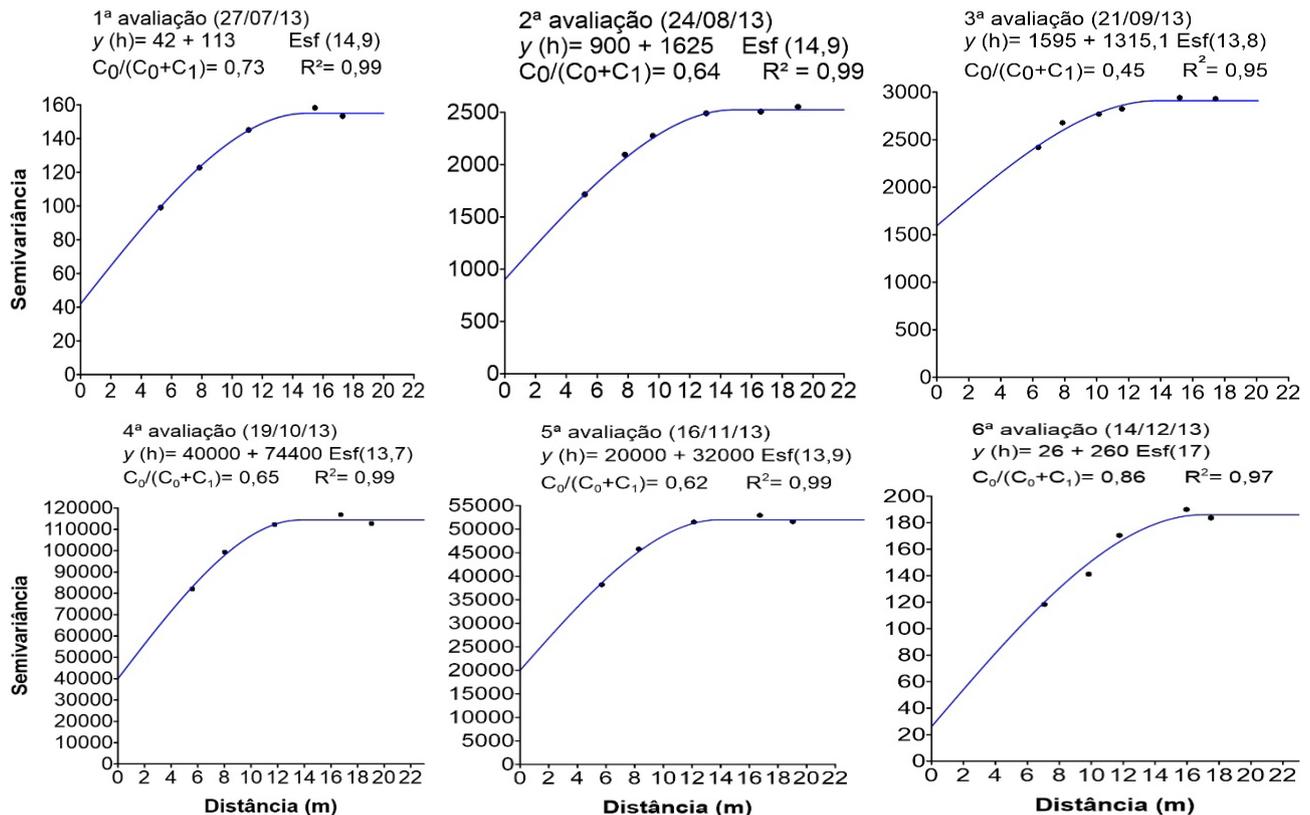


Figura 4 - Semivariogramas da distribuição espacial de *Sitophilus* spp. em estrutura armazenadora de grãos no período de jul/2013 a dez/2013, Boa Vista/RR.

Figure 4 - Semivariograms of the spatial distribution of *Sitophilus* spp. in a grain storage structure, from July 2013 to December 2013, Boa Vista, Roraima.

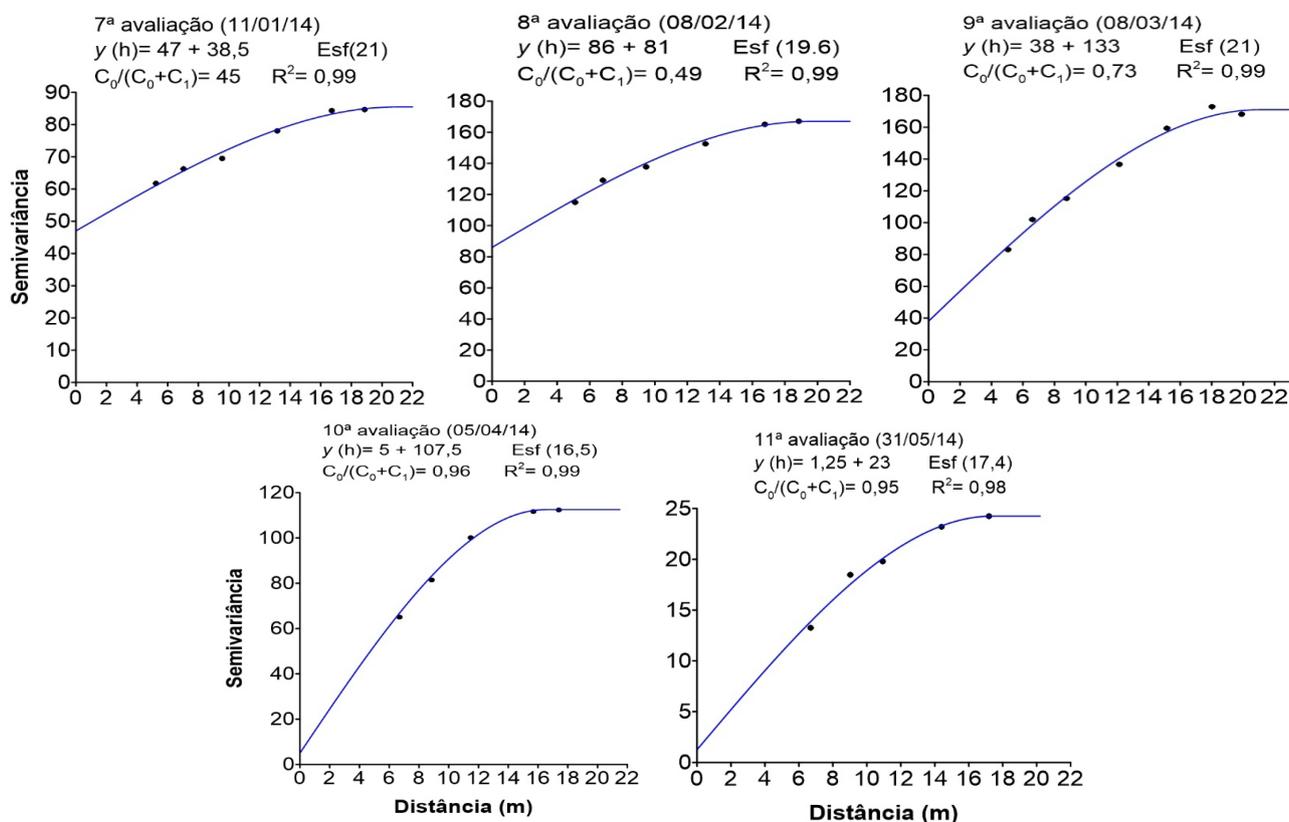


Figura 5 - Semivariogramas da distribuição espacial de *Sitophilus* spp. em estrutura armazenadora de grãos no período de jan/2014 a mai/2014, Boa Vista/RR.

Figure 5 - Semivariograms of the spatial distribution of *Sitophilus* spp. In a grain storage structure, from January 2014 to May 2014, Boa Vista, Roraima.

espacial foi classificada como fraca, pois o valor do efeito pepita foi superior a 75% do valor do patamar.

Um procedimento indispensável na geoestatística é o planejamento da coleta dos dados, que envolve a determinação do 'grid' de amostragem bem como a determinação do número de pontos amostrais. O número de pontos coletados no período de execução do trabalho foi de 20 pontos, esse valor é considerado baixo para se realizar uma estimação com grande precisão (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). Quando o número de pontos é baixo, o semivariograma acaba sendo sujeito a grande efeito de fatores não controláveis (efeito pepita). Essa pode ter sido a principal causa da moderada a fraca dependência espacial encontrada nesse trabalho. Em função disso, a interpolação (mapas) ficou comprometida, uma vez que em algumas amostragens houve superestimação de níveis de infestação em pontos não amostrados (Figuras 1, 6, 7, 8, 9, 10 e 11).

Na análise da distribuição espacial de *Sitophilus* spp., no armazém graneleiro, verificou-se a presença dessa espécie em todas as áreas, sendo que próximo dos silos de armazenamento (armadilhas 6 e 8) foi onde as armadilhas tipo cápsula coletaram o maior número de *Sitophilus* spp. (Figuras 3, 6 e 7).

A partir dos dados obtidos nas coletas, foram elaborados mapas determinando as áreas dentro da unidade armazenadora que apresentam maior potencial para o desenvolvimento de infestações de insetos. As áreas de maior risco são aquelas próximas das armadilhas que mais coletaram insetos durante o período de amostragem. As figuras 6 e 7 caracterizam as áreas com potencialidade para o desenvolvimento de infestações.

As áreas de coloração vermelha mais intensa registradas nos mapas de distribuição (Figuras 6 e 7), correspondentes aos locais de maior infestação de *Sitophilus* spp., foram aquelas onde havia *in loco* a presença de grãos e resíduos espalhados pelo chão, mostrando que as áreas de maior movimentação de grãos ou mais sujeitas ao depósito de resíduos representam potenciais focos de infestação de insetos para a massa de grãos, devendo, por isso, receber maior atenção dentro de um programa de manejo de pragas.

Foi observado que à medida que se afasta dos silos a infestação de *Sitophilus* spp. é menor, sugerindo que as armadilhas distantes dos silos capturam indivíduos que provavelmente estavam transitando dentro da área em busca de alimento. Vital *et al.* (2004), estudando a capacidade de dispersão efetiva de *Sitophilus* spp. através do uso de

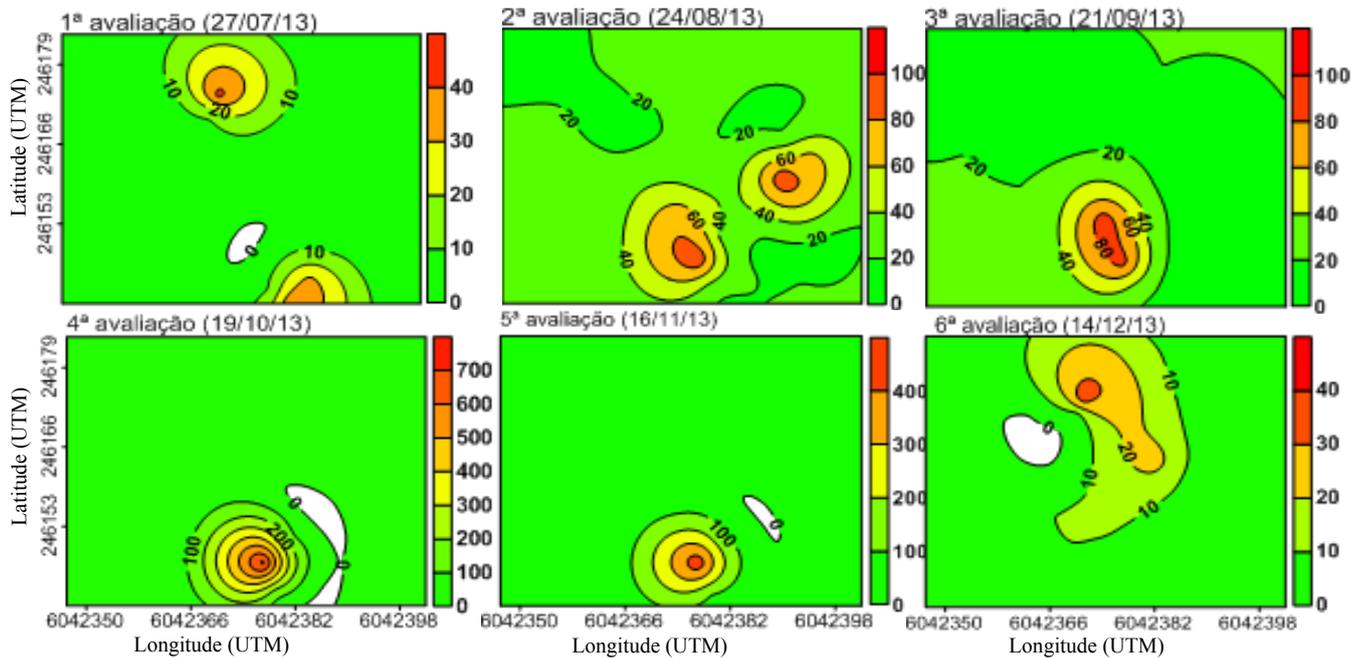


Figura 6 - Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de *Sitophilus* spp. em unidade de beneficiamento e armazenamento de grãos no período de jul/2013 a dez/2013, Boa Vista/RR.

Figure 6 - Kriging maps showing the spatial distribution of *Sitophilus* spp. in a grain processing and storage unit, from July 2013 to December 2013, Boa Vista, Roraima.

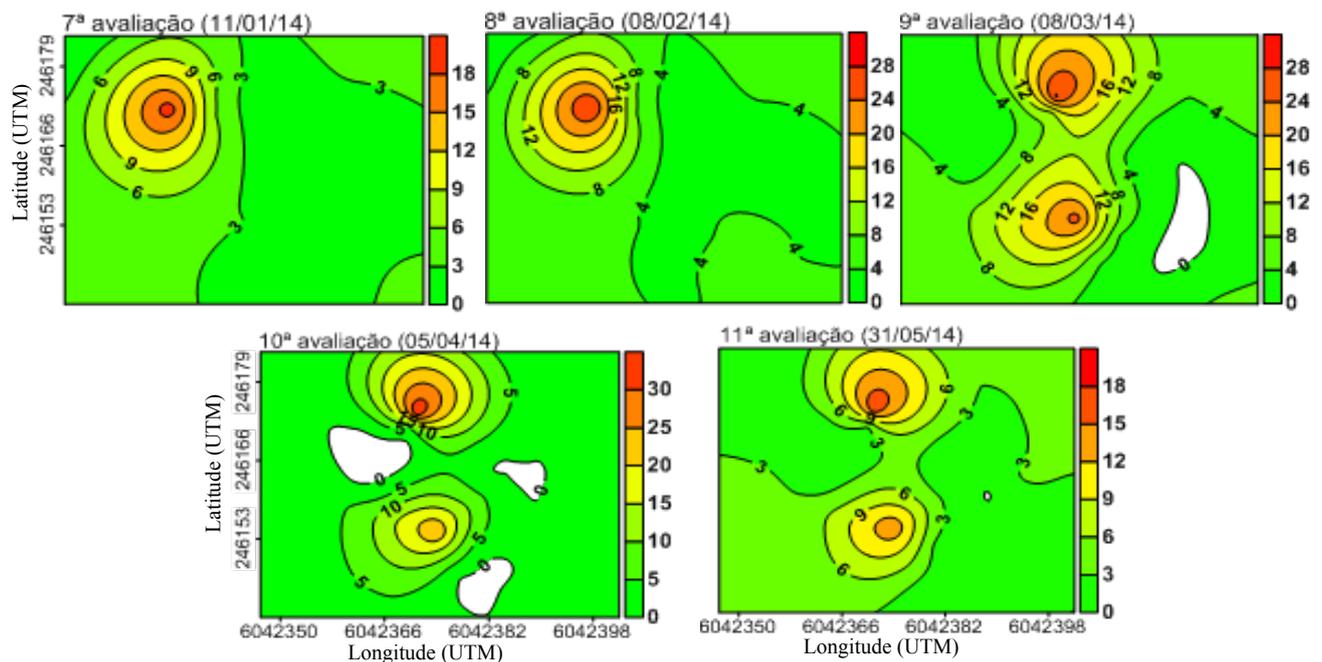


Figura 7 - Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de *Sitophilus* spp. em unidade de beneficiamento e armazenamento de grãos no período de jan/2014 a mai/2014, Boa Vista/RR.

Figure 7 - Kriging maps showing the spatial distribution of *Sitophilus* spp. in a grain processing and storage unit, from January 2014 to May 2014, Boa Vista, Roraima.

técnicas de marcação e recaptura, observaram que o número de indivíduos diminui com o aumento da distância entre a população e a mancha a ser colonizada.

Analisando a distribuição espacial de *S. zeamais* em grãos de trigo armazenado em silo metálico no estado de Minas Gerais, Santos *et al.* (2003) identificaram a região circunvizinha à parede do silo como a faixa mais representativa para a coleta dos insetos pragas de produtos armazenados, indicando, portanto, ser esse o local para se realizar o processo de monitoramento. Ceruti e Pinto Junior (2009), verificando a distribuição espacial de *O. surinamensis* em armazém graneleiro, contendo milho em Santa Catarina, também revelaram a ocorrência desse inseto junto às células de armazenamento de milho. Segundo os autores, as áreas onde o inseto foi encontrado em maior número foi principalmente nas paredes externas do graneleiro e no túnel, onde foram observados *in loco* muitos resíduos de grãos espalhados.

Uma vez determinadas as áreas de maior ocorrência de insetos de produtos armazenados, é importante entender as prováveis causas da infestação, fazendo-se uma análise detalhada do local, na qual se deve observar desde os aspectos de higienização da estrutura, presença de resíduos de grãos, madeira em decomposição, além de sementes de plantas não cultivadas (CERUTI; PINTO JUNIOR, 2009).

Além de detectar focos de infestação de insetos ao redor de unidades armazenadoras, os dados obtidos, com o uso de armadilhas tipo gaiola, com atrativo alimentar, indicam quando e onde as práticas de manejo, como limpeza de estruturas, técnicas preventivas de controle e monitoramento da massa de grãos, devem ser realizadas com maior ênfase (PEREIRA; SALVADORI, 2008). Outro aspecto importante é que, à medida que o registro de dados espaço-temporal vai aumentando, há formação

de um banco de dados, muito valioso para fins de manejo integrado de pragas, com o histórico da presença de insetos na estrutura.

Os resultados obtidos durante o período de 11 meses de coleta forneceram subsídios para a implantação de um programa de manejo integrado de pragas na unidade em questão. Com os mapas de distribuição, podem-se determinar os locais que necessitam de maior atenção para a aplicação correta das práticas de manejo integrado na estrutura, com uso mais racional dos recursos disponíveis.

CONCLUSÕES

Oryzaephilus surinamensis, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus* spp. e *Cryptolestes* spp. foram os insetos predominantes em estrutura armazenadora de grãos em Boa Vista/Roraima;

As armadilhas com atrativo alimentar, colocadas externamente ao redor dos silos, são ferramentas úteis e sensíveis na detecção de coleópteros associados a produtos armazenados, mesmo quando esses estão em baixo número;

As armadilhas tipo cápsula têm a capacidade de detectar populações residuais na estrutura armazenadora, auxiliando, dessa maneira, na determinação dos principais locais com potencialidade para o desenvolvimento de insetos dentro da unidade armazenadora;

A distribuição espacial de *Sitophilus* spp. na estrutura armazenadora de grãos foi agregada, próximos dos silos de armazenamento, com raio de agregação de 13,7 a 21m;

Para elaboração de métodos seguros de amostragem de *Sitophilus* spp., deve-se distribuir uma armadilha a cada 21 m, localizadas próximas dos silos, unidade de ensacamento, moega e secador.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

ARTHUR, F.H. Evaluation of a new insecticide formulation (F2) as a protectant of stored wheat, maize and rice. **Journal of Stored Product Research**, v. 40, n. 3, p. 317-330, 2004.

ATHANASSIOU, C. G.; STEENBERG, T. Insecticidal effect of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Ascomycota: Hypocreales) in combination with three diatomaceous earth formulations against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Biological Control**, v. 40, n. 3, p. 411-416, 2007.

BENHALIMA, H.; CHAUDHRY, M. Q.; MILLS, K. A.; PRICE, N. R. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. **Journal of Stored Products Research**, v. 40, n. 3, p. 241-249, 2004.

BORGES, L. R.; VILA NOVA, M. X. Associação de inseticidas químicos e fungos entomopatogênicos no Manejo Integrado de Pragas - uma revisão. **Ambiência**, v. 7, n. 1, p. 179-190, 2011.

- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; NOVAK, J. M.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n. 6, p. 1501-1511, 1994.
- CERUTI, F. C.; PINTO JUNIOR, A. R. Distribuição espacial de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) E *Oryzaephilus surinamensis* (Col.: Silvanidae) em estrutura armazenadora contendo milho. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 2, p. 143-149, 2009.
- COSTA, A. R. da.; FARONI, L. R. D'A.; ALENCAR, E. R. de.; CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, L. G. Qualidade de grãos de milho armazenados em silos bolsa. **Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 200-207, 2010.
- DIONISIO, L. F. S.; LIMA, A. C. S.; MORAIS, E. G. F.; CORREIA, R. G.; SANTOS, A. V. F.; XIMENES, C. K. S. Distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 327-336, 2015.
- FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C. BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 1, p. 117-122, 2003.
- GARCIA, T. D.; ROSES, M. A. V.; MOLINA, L.; VINCENTI, G. Levantamento de insetos-praga em uma indústria de beneficiamento de arroz do município de São Borja, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Congrega Urcamp**, v. 4, n. 4, 2010.
- HADDI, K.; MENDONÇA, L. P.; SANTOS, M. F.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, E. E. Metabolic and Behavioral Mechanisms of Indoxacarb Resistance in *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 1, p. 362-369, 2015.
- JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Storage and drying of grain in Canada: low cost approaches. **Food Control**, v. 14, n. 4, p. 255-261, 2003.
- LAZZARI, S. M. N.; KARKLE, A. F.; LAZZARI, F. A. Resfriamento artificial para o controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 293-296, 2006.
- PADÍN, S.; BELLO, G. D.; FABRIZIO, M. Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*. and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. **Journal of Stored Products Research**, v. 38, n. 1, p. 69-74, 2002.
- PEREIRA, P. R. V. da S.; SALVADORI, J. R. Monitoramento de insetos (Coleoptera) no exterior de unidades armazenadoras. Embrapa trigo. **Comunicado técnico**, n. 251, 2008.
- PINTO JUNIOR, A. R.; CERUTI, F.; WEBER, S. H. Monitoramento de insetos em estrutura armazenadora através de armadilha com atrativo alimentar localizada fora dos silos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 35-41, 2005.
- PINTO JUNIOR, A. R.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N.; CERUTI, F. C. Resposta de *Sitophilus oryzae*. (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2103 - 2108, 2008.
- RONDELLI, V. M.; CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; ALENCAR, J. R. D. C. C. de.; ZINGER, F. D.; PEREIRA, S. M. A. Selection of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. isolates for controlling *Sitophilus zeamais* (Mots.) (Coleoptera: Curculionidae). **Idesia**, v. 30, n. 3, p. 97 - 102, 2012.
- RUIZ, R.; DEMETRIO, C.; ASSUNÇÃO, R.; LEANDRO, R. Modelos hierárquicos bayesianos para estudar a distribuição espacial da infestação da broca do café em nível local. **Revista Colombiana de Estadística**, v. 26, n. 1, p. 1 - 24, 2003.
- SANTOS, A. K.; FARONI, L. R. D'A.; SANTOS, J. P. dos.; GUEDES, R. N. C.; ROZADO, A. F. Distribuição e amostragem de *Sitophilus zeamais* (M.) em grãos de trigo armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 505-512, 2003.
- SHAO-KUI, G. E.; RAYMOND, I. C.; ZU-FEI, M. A.; GUANG-XUE, Z.; DIAN-MO, L. I. Spatial heterogeneity and population risk analysis of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, in China. **Insect Science**, v. 12, n. 4, p. 255-262, 2005.
- SILVA, A. G.; FARIAS, P. R. S.; BOIAÇU JUNHO, A. L.; CORREIA, R. G.; SILVA, J. B.; RODRIGUES, N. E. L. Análise espacial da mosca-negra-dos-citros em um pomar de citros utilizando a geoestatística. **Revista Agricultura**, v. 86, n. 2, p. 102-114, 2011.
- SOUZA, G. C. e.; SALES, J. de F.; SILVA, F. G.; PEIXOTO, M. F.; BARBOSA, R. V. Ocorrência de insetos e uso de inseticidas naturais e sintéticos no armazenamento de sementes de nabo forrageiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, p. 1441 - 1448, 2012.

SURFER version 8. Mapas e semivariogramas, New York: Golden Software, 2002.

VIDIGAL, D. S.; BRASILEIRO, B. G.; DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M.; BHERING, M. C. Germinação e morfologia do desenvolvimento pós-seminal de sementes de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.- Meliaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 39-46, 2007.

VITAL, M. V. C.; VIEIRA, L. C. G.; CARVALHO, R. ASSIS de.; COSTA, D. A.; SILVA, L. C. F da.; SILVEIRA, ALLAN. V. T. da.; LIMA FILHO, G. F. de. Insetos em experimentos de ecologia de populações: um exemplo de abordagem didática. **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 3, p. 287-290, 2004.

VOLK, M. B. S.; AFONSO, A. D. L.; SOUSA, H. A. Resfriamento artificial e uso de terra de diatomácea para o controle de insetos em grãos de trigo armazenados em silos de concreto. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 77-81. 2009.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. In: Conceitos básicos. São Paulo, São Paulo: Oficina de textos, 2013. 24 p.