



## Distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima

### *Spatial distribution of Metamasius hemipterus (Coleoptera: Curculionidae) in an oil palm plantation (Elaeis guineensis Jacq) in Roraima*

Luiz Fernandes Silva Dionisio<sup>1\*</sup>, Antonio Cesar Silva Lima<sup>2</sup>, Elisangela Gomes Fidelis de Moraes<sup>3</sup>, Ruy Guilherme Correia<sup>4</sup>, Artur Vinícius Ferreira dos Santos<sup>5</sup>, Carla Klis dos Santos Ximenes<sup>6</sup>

**Resumo:** Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o padrão de distribuição espacial, bem como o raio de agregação de *Metamasius hemipterus* em plantio de dendê (*Elaeis guineensis*), no estado de Roraima. A área experimental está localizada no município de São João da Baliza, RR, onde foram realizadas 24 amostragens no período de setembro de 2013 a agosto de 2014. O perímetro da área foi demarcado com receptor de sistema de posicionamento global, e os grides de amostragem tiveram dimensão de 45 x 45 m. A distribuição espacial foi determinada colocando-se uma armadilha do tipo balde com atrativo alimentar (cana-de-açúcar), em cada ponto amostral, no qual obteve-se o valor da variável (número de insetos/armadilha) e as coordenadas (latitude e longitude). As análises da variabilidade e da dependência espacial foram feitas através de incorporação de procedimentos geoestatísticos baseados em técnicas de modelagem espacial por semivariogramas. Já os mapas de krigagem foram gerados a partir dos dados de contagem de adultos de *M. hemipterus* em campo. Os grides de amostragem foram apropriados para caracterizar a distribuição espacial do *M. hemipterus* em campo. Observou-se que a distribuição espacial de *M. hemipterus* é agregada com dependência espacial descrita pelo modelo esférico, formando "reboleiras" de 78 a 199 m (alcance do modelo). Por meio dos mapas de krigagem, foi observado que a infestação se dá inicialmente nas bordas do plantio, com posterior disseminação para toda a área. Os resultados sugerem que as armadilhas sejam colocadas nas bordas do plantio, para coleta e controle destes insetos-pragas.

**Palavras-chave:** Broca rajada. Distribuição espacial. Geoestatística. Palma de óleo.

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the spatial distribution pattern and aggregation radius of *Metamasius hemipterus* in an oil palm (*Elaeis guineensis*) plantation, in the state of Roraima, Brazil (RR). The experimental area is located in the town of São João da Baliza, RR, where 24 samples were taken from September 2013 to August 2014. The perimeter of the area was marked out using the global positioning system, with sampling grids of 45 x 45 m. Spatial distribution was determined by placing a bucket-type trap at each sampling point, using food (sugarcane) as bait, and values obtained for the variable, number of insects/trap, together with the latitude and longitude. An analysis of variability and spatial dependence was carried out by incorporating geostatistical procedures based on spatial modelling techniques employing semivariograms. In addition, kriging maps were generated from counts of adult *M. hemipterus* taken in the field. The sampling grids proved to be suitable for characterising the spatial distribution in the field of *M. hemipterus*. It was found that the spatial distribution of *M. hemipterus* is aggregated, with a spatial dependence described by the spherical model, forming patches of 78 to 199 m (range of the model). By means of the kriging maps, it could be seen that infestation first starts at the edges of the plantation, later spreading throughout the area. The results suggest that traps should be placed along the edges of the plantation, to collect and control the insect pests.

**Key words:** Cane weevil. Spatial distribution. Geostatistics. Oil palm.

\*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 24/02/2015 e aprovado em 31/08/2015

<sup>1</sup>Doutorando 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

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

<sup>3</sup>Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/RR), elisangela.morais@embrapa.br

<sup>4</sup>Doutorando do Programa de Pós-graduação em ciências florestais-UFRA, cciigg25@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Aluno do curso de agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), arturvfs@gmail.com

<sup>6</sup>Bióloga, Mestre em Produção Vegetal, Boa Vista, RR, Brasil, carlakis@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma palmeira de origem africana, e as maiores áreas cultivadas no Brasil encontram-se na região amazônica (BRAZILIO *et al.*, 2012). Considerado como fonte de um dos principais óleos vegetais (ABDALLA *et al.*, 2008), o dendê destaca-se pela alta rentabilidade, fixação do homem ao campo, além disso, a longo prazo a exploração dessa cultura pode proporcionar impactos ambientais positivos, como fixação de carbono em sistemas agrícolas, recuperação e uso sustentável de áreas degradadas, conciliando sustentabilidade ambiental com desenvolvimento econômico e social (CHIA *et al.*, 2009; CORDEIRO *et al.*, 2009; TAN *et al.*, 2009).

Apesar da grande produção brasileira de dendê, os problemas fitossanitários são um dos fatores limitantes da exploração da palmicultura, que é de relevante expressão econômica (DUARTE *et al.*, 2008). Dentre as pragas que atacam o dendê, destaca-se o *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae). As espécies do gênero *Metamasius* são encontradas em todos os continentes (cerca de 110 espécies já foram descritas em todo o mundo), principalmente na região tropical das Américas (ZORZENON *et al.*, 2000; ROCHA, 2012). Nos Estados Unidos da América (EUA), várias espécies de *Metamasius* são relatadas como pragas de importância econômica (SOLIMAN *et al.*, 2009). No Brasil, o *M. hemipterus* está associado a várias espécies de plantas, principalmente as pertencentes à família Arecaceae (Areciales).

De modo geral, os curculionídeos pragas ocasionam danos às plantas durante seu estágio larval, perfurando tecidos para alimentação e oviposição (AMBROGI *et al.*, 2009). *M. hemipterus* é considerado praga importante das palmeiras, pois suas larvas broqueiam o caule da planta, ocasionando perdas devido à redução do perfilhamento e à abertura de orifícios que podem servir como porta de entrada à fitopatógenos (SOLIMAN *et al.*, 2009). Esses fatores representam uma perda inestimável em se tratando de um campo de produção de sementes com considerável valor econômico ou genético (CYSNE *et al.*, 2013).

A coleta massal de *M. hemipterus*, através do uso de armadilhas, além da aplicação de produtos fitossanitários, tem sido os métodos de controle mais utilizados (SOLIMAN *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2010; MOLIN e BARRETO, 2012; ROCHA, 2012). Assim, para aplicação correta de um ou mais métodos de controle, é preciso primeiramente entender o comportamento dessa praga em campo e, assim, aprimorar as técnicas de manejo e controle com mais eficácia.

Para estudar a dependência espacial, a geoestatística é a ferramenta mais adequada, pois considera a posição no espaço da variável em estudo (LIEBHOLD *et al.*, 1993). Através dessa ferramenta, é possível determinar a dependência espacial da praga por meio da elaboração

de semivariogramas, que são ajustados a um modelo que fornece seu raio de agregação, sendo, a partir desses, elaborados mapas que mostram a expansão do organismo na área (LEAL *et al.*, 2010). Dessa forma, a geoestatística pode ser utilizada para determinar, entre outros parâmetros, a distribuição espacial, elaboração de métodos seguros de amostragem e, principalmente, controle localizado de insetos, como *M. hemipterus* no campo.

Estudos recentes foram desenvolvidos utilizando índices de dispersão e a geoestatística a fim de verificar o comportamento espacial de pragas de importância econômica, como relatado para a mosca-negra-dos-citros *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) (Hemiptera: Aleyrodidae) em pomar de citros (SILVA *et al.*, 2011), larvas de coró-das-pastagens *Diloboderus abderus* (Sturm) (Coleoptera: Melolonthidae) em aveia (DAL PRÁ *et al.*, 2011), ninfas de *Quesada gigas* (Oliver) (Hemiptera: Cicadidae) em plantios de paricá (MONTEIRO *et al.*, 2013), e da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho (RIOS *et al.*, 2014).

Esses estudos comprovam a eficiência do uso da geoestatística no manejo dos organismos envolvidos, porém, pouco se conhece sobre a distribuição espacial de *M. hemipterus* na região amazônica. Assim, objetivou-se com esse estudo caracterizar a distribuição espacial de *M. hemipterus* em plantio de dendê no estado de Roraima, utilizando análise geoestatística, a fim de orientar procedimentos de amostragem e tomadas de decisões de controle dessa praga em campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área de 25 ha de plantio comercial de dendê, com cinco anos de idade, localizada no Município de São João da Baliza (00° 53' 57.3" S e 59° 57' 05.8" W), sul do estado de Roraima.

As plantas de dendê estavam dispostas na forma de triângulo equilátero, com espaçamento de 9 m entre plantas e 7,8 m entre linhas. O perímetro da área foi demarcado com o auxílio de um GPS de navegação (Garmin, modelo GPSmap76CSx) e, posteriormente, a área experimental foi dividida em grides regulares de amostragem. A dimensão do gride de amostragem foi de 45 × 45 m, perfazendo 100 unidades amostrais, constituídas de cerca de 25 plantas cada, totalizando 2.500 plantas na área útil.

A região apresenta relevo plano a ondulado, com vegetação predominante de Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 2012). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região sul do estado de Roraima é do tipo Am, caracterizado como tropical chuvoso, com temperatura média entre 25 e 28 °C e precipitação pluviométrica anual variando de 1.800 a 1.900 mm. A umidade relativa do ar é considerada elevada, sendo que

a média anual oscila entre 85 e 90%, e a luminosidade na região varia de 1500 a 3000 horas/ano de radiação solar (BARBOSA, 1997).

Para coleta massal de *M. hemipterus* foram utilizadas armadilhas do tipo balde, contendo como atrativo alimentar a cana-de-açúcar. As armadilhas foram distribuídas uniformemente a cada 45 metros uma da outra. Essas armadilhas foram constituídas de baldes plásticos de 15 litros, tendo o seu fundo perfurado para facilitar a drenagem da água oriunda da chuva. Na tampa do balde, em sua parte ventral, foi aberto um orifício e colocado um funil de plástico de 10 cm de diâmetro sem o tubo estreito, que foi retirado para permitir a passagem dos insetos para o interior do balde.

Dentro de cada armadilha foram colocados 15 toletes de cana-de-açúcar (atrativo alimentar), cortados em pedaços de 20 cm de comprimento e amassados para facilitar a volatilização do odor para atração dos insetos. A cada quinze dias, entre setembro de 2013 a agosto de 2014, os indivíduos de *M. hemipterus* foram retirados das armadilhas e colocados em frascos com álcool etílico 70%. Nas datas de coleta, os toletes de cana-de-açúcar também foram substituídos. Em laboratório, os besouros capturados foram contados e descartados.

Após tabulados os dados, analisou-se a distribuição espacial de *M. hemipterus* 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 este procedimento, foi escolhido o modelo de semivariograma que mais se ajustou aos dados com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), e esse foi utilizado no processo de Krigagem (mapas de contorno). O semivariograma foi estimado pela Equação 1:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad \text{E1}$$

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 como: (Equação 2):

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

$$\gamma(h) = C_0 + C_1, \quad h \geq a \quad \text{E2}$$

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.

Para classificar a dependência espacial, foi utilizada a metodologia descrita por Cambardella *et al.* (1994), que considera forte dependência espacial, o semivariograma que 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 análise dos dados e confecção dos mapas de distribuição populacional dos insetos foi utilizado o programa estatístico SURFER Versão 7.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve dependência espacial dos dados de densidade de adultos de *M. hemipterus*. A distribuição desse inseto ocorreu de forma agregada em 22 das 24 avaliações. O modelo esférico foi o que melhor se ajustou aos semivariogramas experimentais e, com base em sua conformação, verificou-se dependência espacial da praga, indicando a formação de reboleiras de 78 a 199 m (alcance do modelo) (Figuras 1 e 2). Foi observado que em duas avaliações a distribuição espacial de adultos de *M. hemipterus* ocorreu de forma aleatória, como pode ser verificado nas amostragens 11ª e 14ª, que correspondem às datas de 01/02/2014 e 15/03/2014.

O alcance, que representa a distância na qual há dependência espacial entre as amostras, pode ser usado para determinar a distância adequada entre os pontos de amostragem (VALERIANO; PRADO, 2001; SHAO-KUI *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2011). Como o alcance mínimo encontrado foi de 78 m, a dimensão do gride amostral utilizada (45 × 45 m) foi adequada, possibilitando a correta detecção da distribuição espacial de *M. hemipterus*. Com esses resultados, pode-se afirmar que, para obter uma estimativa confiável da população da praga, seria necessária “uma armadilha a cada 199 m na lavoura de dendê, ou seja, 1 armadilha para cada 12,4 ha”.

A distribuição espacial agregada foi a que melhor representou o comportamento de *M. hemipterus* na área experimental. Esse tipo de distribuição, também, foi encontrada por Silva *et al.* (2011), Monteiro *et al.* (2013) e Rios *et al.* (2014) para diferentes pragas, culturas e localidades.

Em determinados nichos ecológicos é comum populações de insetos fitófagos se distribuírem de forma agregada. Esse

tipo de comportamento pode trazer benefícios ao longo da história da vida de um inseto, tais como o encontro entre os parceiros sexuais durante a reprodução, defesa contra inimigos naturais e maior exploração dos recursos (HUNTER, 2000; COSTER-LONGMAN *et al.*, 2002; HALL; BRANHAM, 2008; RAY *et al.*, 2009;).

A relação  $C_0/(C_0+C_1)$  fornece a medida para estimar o grau de dependência existente nas amostras (agregação), ou seja, qual o grau de aleatoriedade que existe nos levantamentos, sendo que estes valores variaram de 0,14 a 0,69 nas diversas datas de amostragem (Figuras 1 e 2), indicando que a variação máxima entre pontos vizinhos é

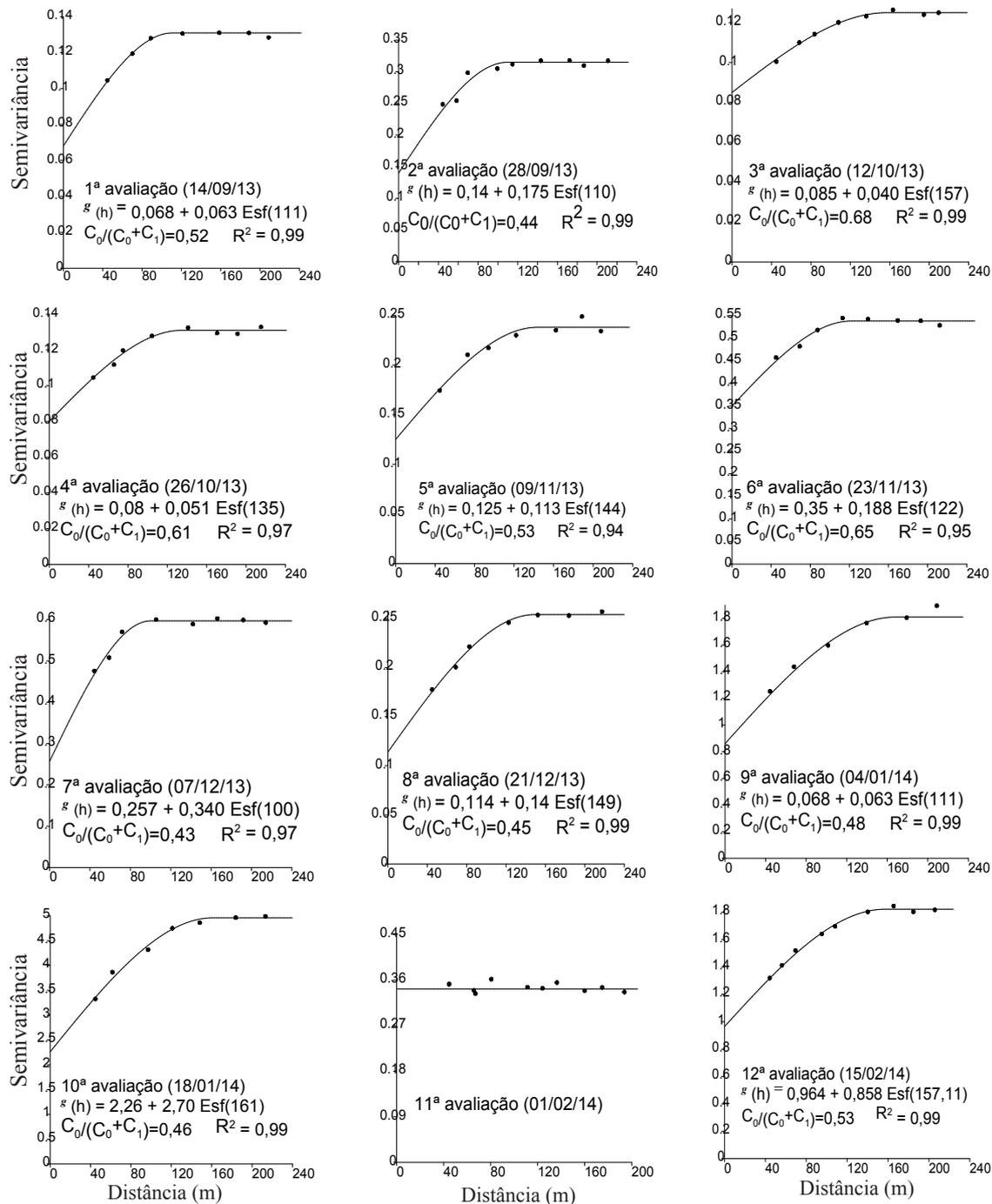


Figura 1 - Semivariogramas da distribuição espacial de *M. hemipterus* na área experimental. São João da Baliza, RR, no período de set/2013 a fev/2014.

Figure 1 - Semivariograms of the spatial distribution of *M. hemipterus* in the experimental area, São João da Baliza, RR, from September 2013 to February 2014.

de 69% nos levantamentos de *M. hemipterus*. Esses valores estão dentro do recomendado por Journel e Hijbregts (1978), que citaram que valores abaixo de 0,80 indicam distribuição agregada da variável e valores acima deste índice indicam que o fenômeno estudado está tendendo para a aleatoriedade.

A dependência espacial pode ser classificada como forte em nove avaliações, nas quais o efeito pepita foi < 25% do valor do patamar, moderada em seis das amostragens, que o efeito pepita foi > 25% e < 75% do valor do patamar e fraca em sete das avaliações, nas quais o efeito pepita foi > 75% do valor do patamar (CAMBARDELLA *et al.*, 1994).

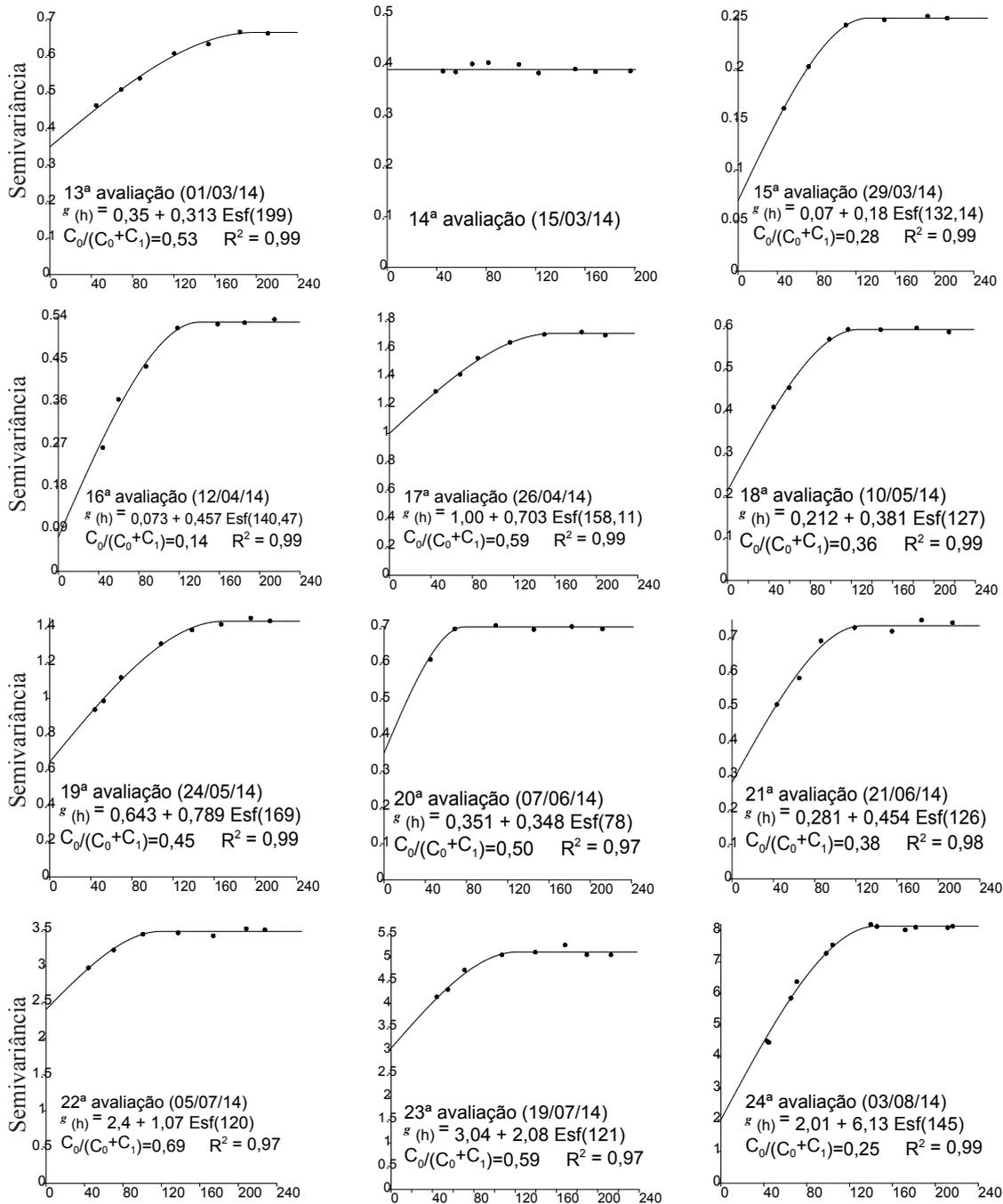


Figura 2 - Semivariogramas da distribuição espacial de *M. hemipterus* na área experimental. São João da Baliza, RR, no período de mar/2014 a ago/2014.

Figure 2 - Semivariograms of the spatial distribution of the *M. hemipterus* in the experimental area, São João da Baliza, RR, from March 2014 to August 2014.

Observou-se que em 22 avaliações (Figuras 1 e 2), o melhor modelo ajustado foi o esférico, o que é forte indicativo que a infestação de *M. hemipterus* se dá através de plantas vizinhas e vai crescendo até ocupar todo plantio. A distribuição espacial de insetos se dá de três formas, em que o modelo esférico indica uma distribuição agregada da praga estudada, sendo esse modelo e essa distribuição os mais comuns em estudos de insetos (FARIAS *et al.*, 2004), e se caracteriza por formar no campo “reboleiras”, onde esses insetos se agrupam (SILVA *et al.*, 2011).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos nos últimos anos abordando, principalmente, medidas de controle do *M. hemipterus* (LEÓN-BRITO *et al.*, 2005; SOLIMAN *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2010; MOLIN; BARRETO, 2012; ROCHA, 2012), porém, estudos específicos sobre distribuição espacial da praga utilizando a geoestatística não haviam sido realizados. Os estudos da dependência espacial de pragas, por meio da geoestatística, têm sido bastante utilizados nos últimos anos, permitindo fazer um controle mais adequado dessas pragas (GREGO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2013; RIOS *et al.*, 2014).

As figuras 1 e 2 apresentam os semivariogramas das distribuições espaciais de *M. hemipterus*. O coeficiente de

determinação ( $R^2$ ) indica a qualidade do ajuste do modelo de semivariograma. Valores próximos de um indicam bom ajuste do modelo (SILVA *et al.*, 2011), o que foi observado no presente trabalho, em que esse parâmetro apresentou amplitude de 0,94 a 0,99.

Foi observado que em duas avaliações o *M. hemipterus* estava distribuído na área de estudo de forma aleatória. Devido à falta de dependência espacial para as avaliações dos dias 01/02/14 e 15/03/14 no presente estudo, não foi possível realizar a confecção dos mapas de krigagem, pois não se detectou uma continuidade espacial nessas duas datas de amostragens.

Através dos parâmetros dos modelos dos semivariogramas e da krigagem, foram elaborados os mapas, que permitiram visualizar o comportamento da distribuição espacial de adultos de *M. hemipterus*, bem como os locais de maior e menor infestação da praga na área de plantio de dendê do presente trabalho (Figuras 3 a 6). Observou-se, inicialmente, que houve o surgimento de focos de *M. hemipterus* na área. Entretanto, posteriormente ocorreu a formação de reboleiras da praga. O tamanho dessas reboleiras foi determinado em função da época de maior ou menor incidência de adultos de *M. hemipterus* e em função do período seco e chuvoso (Figuras 3 a 6).

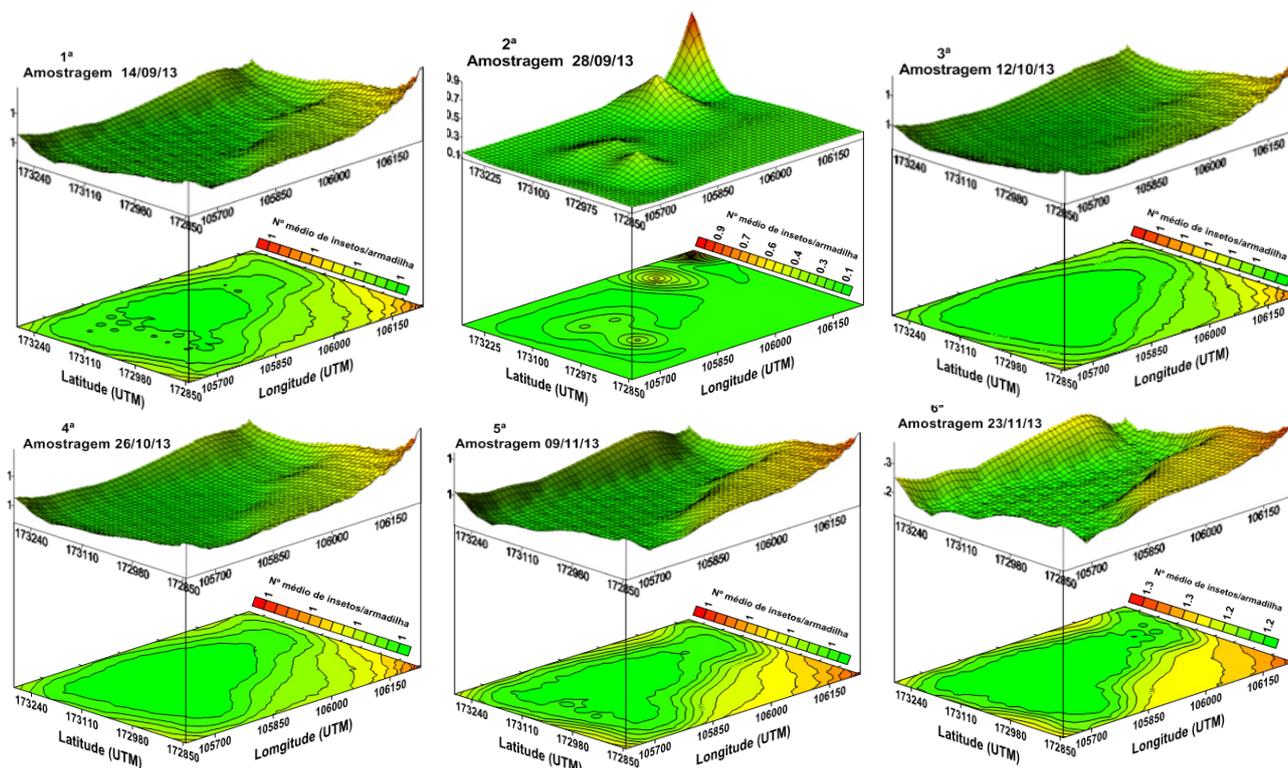


Figura 3 - Mapas de krigagem da distribuição espacial de *M. hemipterus*, capturados nas armadilhas, no período de set/2013 a nov/2013 em plantio de dendê. São João da Baliza, RR.

Figure 3 - Kriging maps of the spatial distribution of *M. hemipterus* captured in traps, from September 2013 to November 2013, on an oil palm plantation, São João da Baliza, RR.

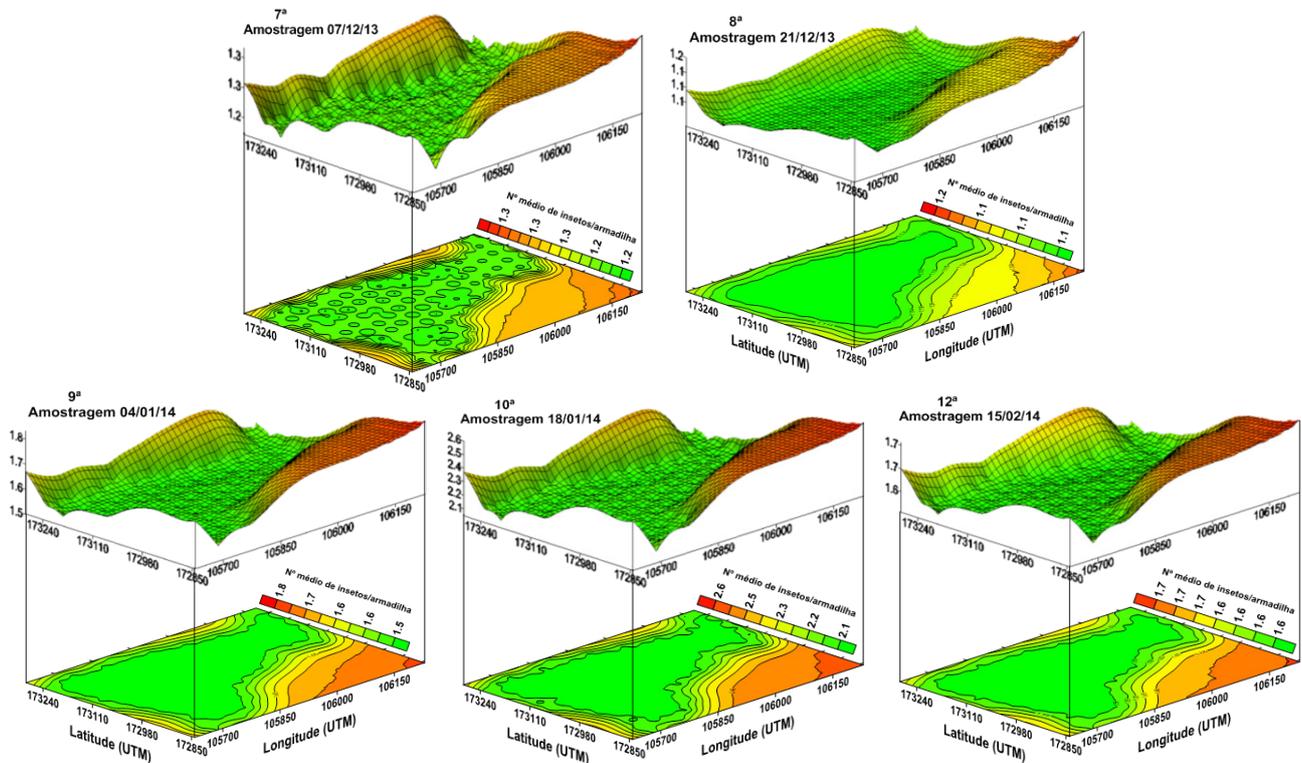


Figura 4 - Mapas de krigagem da distribuição espacial de *M. hemipterus*, capturados nas armadilhas, no período de dez/2013 a fev/2014 em plantio de dendê. São João da Baliza, RR.

Figure 4 - Kriging Maps of the spatial distribution of *M. hemipterus* captured in traps, from December 2013 to February 2014, on an oil palm plantation, São João da Baliza, RR.

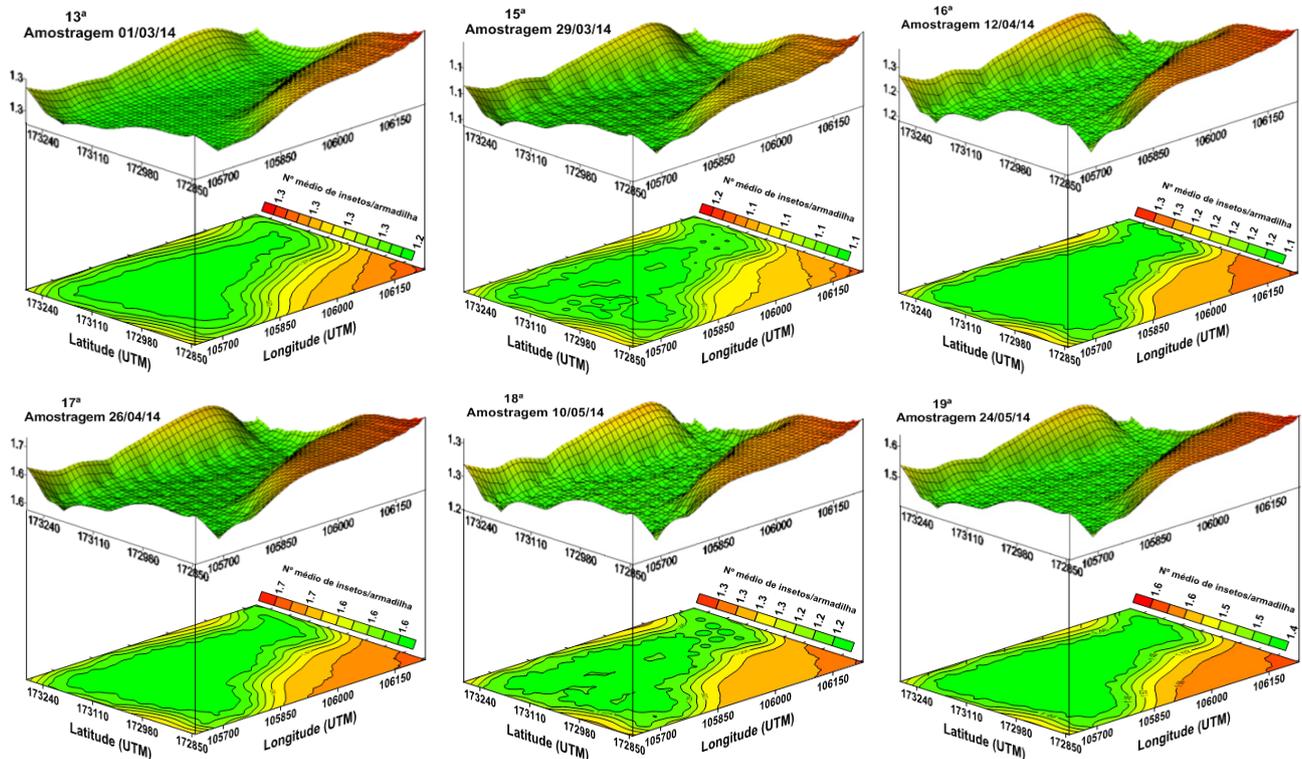


Figura 5 - Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de *M. hemipterus*, capturados nas armadilhas, no período de mar/2014 a mai/2014 em plantio de dendê. São João da Baliza, RR.

Figure 5 - Kriging maps showing the spatial distribution of *M. hemipterus* captured in traps, from March 2014 to May 2014, on an oil palm plantation, São João da Baliza, RR.

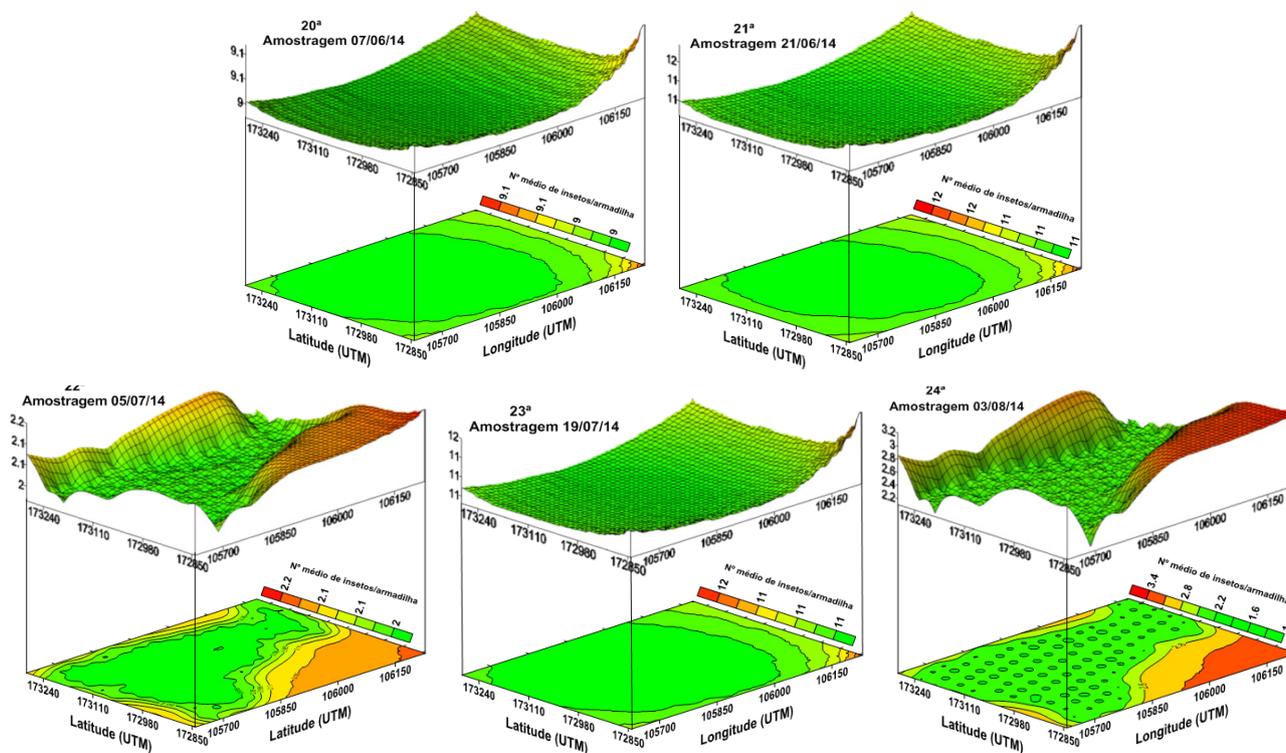


Figura 6 - Mapas de krigagem mostrando a distribuição espacial de *M. hemipterus*, capturados nas armadilhas, no período de jun/2014 a ago/2014 em plantio de dendê. São João da Baliza, RR.

Figure 6 - Kriging maps showing the spatial distribution of *M. hemipterus* captured in traps, from June 2014 to August 2014, on an oil palm plantation, São João da Baliza, RR.

Assim, nas avaliações que apresentaram maior pico populacional de adultos de *M. hemipterus*, houve a formação de poucas reboleiras, no entanto, essas apresentaram tamanho maiores localizadas de forma uniforme na área, correspondendo aos períodos de avaliação entre junho e julho/2014 (Figura 6). Verificou-se ainda que os picos populacionais nos meses supracitados coincidiu com o período chuvoso na região sul do estado de Roraima.

Entretanto, quando a incidência de *M. hemipterus* na área foi menor, houve a formação de várias reboleiras da praga de tamanhos menores, como pode ser verificado nas demais datas de amostragens (Figuras 3 a 6). Constatou-se que as menores densidades populacionais de *M. hemipterus* ocorreram de agosto de 2013 a maio de 2014, meses em que ocorreu menor precipitação pluviométrica. Observou-se ainda que a infestação do *M. hemipterus* se dá principalmente nas bordas do plantio com posterior disseminação para toda área (Figuras 3 a 6).

Conhecer a dinâmica espaço-temporal dos insetos em ecossistemas agrícolas é importante para o desenvolvimento de estratégias de manejo e redução do uso de agrotóxico (BLACKSHAW; VERNON, 2006). Da mesma forma, pode

embasar melhor a tomada de decisão pela maior quantidade de informações obtidas e, como consequência, realizar o controle somente nas áreas com infestação (DAL PRÁ et al., 2011). Portanto, os mapas relacionados a ocorrência e distribuição de insetos-praga na área podem contribuir para uma amostragem e um controle mais eficaz mediante a aplicação de produtos fitossanitários nos locais e nas quantidades necessárias.

## CONCLUSÕES

A distribuição espacial de *M. hemipterus* na área de estudo ocorre de forma agregada, com dependência espacial descrita pelo modelo esférico, formando reboleiras;

Na análise espacial de *M. hemipterus*, é necessário apenas uma armadilha por 12,4 hectare, para determinar a distribuição espacial e elaboração de métodos seguros de amostragem desta praga em campo;

A infestação de *M. hemipterus* se dá inicialmente nas bordas do plantio, com posterior disseminação para toda a área.

## LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

- ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODÓI, A. R.; CARMO C. A.; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, número especial, p. 258-260, 2008.
- AMBROGI, B. G.; VIDAL, D. M.; ZARBIN, P. H. G.; ROSADO-NETO, G. H. Feromônios de agregação em curculionidae (Insecta: Coleoptera) e sua implicação taxonômica. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2151-2158, 2009.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: Barbosa, R. I.; Ferreira, E. J. G.; Guillermo Castellón, E. (Ed.). **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.
- BLACKSHAW, R. P.; VERNON, R. S. Spatio temporal stability of two beetle populations in non-farmed habitats in an agricultural landscape. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, n. 4, p. 680-689, 2006.
- BRAZILIO, M.; BISTACHIO, N. J.; PERINA, V. de C. S.; NASCIMENTO, D. D. do. O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) – Revisão. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 2, n. 1, p. 27-45, 2012.
- 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.
- CHIA, G. S.; LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; ROCHA, R. N. C.; LOPES, M. T. G. Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaue e o dendezeiro. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 249-254, 2009.
- CORDEIRO, A. C. C.; MACIEL, F. C. da S.; SMIDERLE, O. J.; ALVES, A. B. **Desenvolvimento vegetativo de dendezeiro em ecossistemas de cerrado e floresta de Roraima**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009. 16 p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.10).
- COSTER-LONGMAN, C.; LANDI, M.; TURILLAZZI, S. The role of passive defence (Selfish Herd and Dilution Effect) in the gregarious nesting of *Liostenogaster* wasps (Vespidae, Hymenoptera, Stenogastrinae). **Journal of Insect Behavior**, v. 15, n. 3, p. 331-350, 2002.
- CYSNE, A. Q.; CRUZ, B. A.; CUNHA, R. N. V. da.; ROCHA, R. N. C. da. Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) em palmeiras oleíferas no Amazonas. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 197-202, 2013.
- DAL PRÁ, E.; GUEDES, J. V. C.; CHERMAN, M. A.; JUNG, A. H.; SILVA, S. J. P. da.; RIBAS, G. G. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1689-1694, 2011.
- DUARTE, A. G.; LIMA, I. S.; ARAÚJO JÚNIOR, J. V.; DUARTE, A. G.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; CRUZ, M. M. Disposição do nematóide *Bursaphelenchus coccophilus* (Cobb) Baujard, em coqueiros portadores da doença anel-vermelho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 622-627, 2008.
- FARIAS, P. R. S.; ROBERTO, S. R.; LOPES, J. R. S.; PERECIN, D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xyllela fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 1, p. 13-20, 2004.
- GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R.; LOURENÇÃO, A. L. Spatial distribution of *Pseudaletia sequax* franclemont in triticale under no-till management. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 4, p. 321-327, 2006.
- HALL, D. W.; BRANHAM, M. A. Aggregation of *Calopteron discrepans* (Newman) (Coleoptera: Lycidae) larvae prior to pupation. **Florida Entomologist**, v. 91, n. 1, p. 124-125, 2008.
- HUNTER, A. F. Gregariousness and repellent defences in the survival of phytophagous insects. **Oikos**, v. 91, n. 1, p. 213-224, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012. 275 p.
- JOURNAL, A. G.; HIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics**. London: Academic Press, 1978. 600 p.
- LEAL, R. M.; BARBOSA, J. C.; COSTA, M. G.; BELASQUE JUNIOR, J.; YAMAMOTO, P. T.; DRAGONE, J. Distribuição espacial de huanglongbing (greening) em citros utilizando a geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 808-818, 2010.

- LEÓN-BRITO, O.; VÁSQUEZ, L. N.; LÁREZ, C.; SILVA-ACUÑA, R. Ciclo de vida y longevidad de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae), uma praga de la palma aceiteira em el estado Monagas, Venezuela. **Bioagro**, v. 17, n. 2, p. 115-118, 2005.
- LIEBHOLD, A. M.; ROSSI, R. E.; KEMP, W. P. Geostatistic and geographic information system in applied insect ecology. **Annual review of Entomology**, v. 38, n. 1, p. 303-327, 1993.
- MOLIN, I. L. D.; BARRETO, M. R. Ocorrência e controle de Curculionidae em *Cocos nucifera* L. em Sinop, Mato Grosso. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, n. 1, p. 53-64, 2012.
- MONTEIRO, O. M.; LUNZ, A. M.; AZEVEDO, R. de; OLIVEIRA JÚNIOR, M. C. M. de. Spatial distribution and gallery depths of *Quesada gigas* nymphs in parica plantations. **Revista Ciências Agrarias**. v. 56, n. 4, p. 353-358, 2013.
- OLIVEIRA, F. Q.; MALAQUIAS, J. B.; FERREIRA, L. L.; RIBEIRO, T. da S.; ANICETO, R. R. Avaliação em campo da compatibilidade entre melão e *Beauveria bassiana* no controle de *Metamasius hemipterus* horn, 1873 (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 185-189, 2010.
- RAY, A. M.; MILLAR, J. G.; MCELFFRESH, J. S.; SWIFT, I. P.; BARBOUR, J. D.; HANKS, L. M. Male-produced aggregation pheromone of the cerambycid beetle *Rosalia funebris*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 35, n. 1, p. 96-103, 2009.
- RIOS, E. S.; MARTINS, I. C. F.; NORONHA, M. P. de.; SILVA, J. A. da.; SILVA FILHO, J. G. da.; BADJI, C. A. Spatial distribution of *Spodoptera frugiperda* in the wasteland of southern Pernambuco state, Brazil. **Revista Ciências Agrarias**. v. 57, n. 3, p. 297-304, 2014.
- ROCHA, R. B. *Metamasius* spp. Horn (Coleoptera: Curculionidae) em helicônias (Zingiberales: Heliconiaceae): monitoramento, organismos associados e táticas de controle com *Beauveria bassiana* e inseticidas a base de nim. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2012.
- 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. da.; FARIAS, P. R. S.; BOIAÇU JUNHO, A. L.; CORREIA, R. G.; SILVA, J. B. da.; 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.
- SOLIMAN, E. P.; PAVARINI, R.; GARCIA, V. A.; LIMA, R. C.; NOMURA, E. S.; PAVARINI, G. M. P.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Diferentes iscas para o monitoramento populacional de *Metamasius* sp. (Coleoptera: Curculionidae) no cultivo da pupunheira. **Revista Eletrônica de Agronomia**, v. 16, n. 2, p. 1-6, 2009.
- TAN, K.; LEE, K.; MOHAMED, A.; BHATIA, S. Palm oil: addressing issues and towards sustainable development. Renewable and Sustainable. **Energy Reviews**, v. 13 n. 2, p. 420-427, 2009.
- VALERIANO, M. M.; PRADO, H. Técnicas de geoprocessamento e de amostragem para o mapeamento de atributos anisotrópicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 997-1005, 2001.
- ZORZENON, F. J.; BERGMANN, E. C.; BICUDO, J. E. A. Primeira Ocorrência de *Metamasius hemipterus* (LINNAEUS, 1758) e *Metamasius ensirotris* (GERMAN, 1824) (Coleoptera, Curculionidae) em Palmiteiros dos Gêneros *Euterpe* e *Bactris* (Arecaceae) no Brasil. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 67, n. 2, p. 265-268, 2000.