



ARTIGO ORIGINAL

Raphael Coelho Pinho^{1*}
Paulo Roberto Silva Farias²
Karjoene Cassimiro Vilar Rodrigues¹
Ricardo Salles Tinôco³
Artur Vinícius Ferreira dos Santos⁴
Raulí Terra Pinheiro Marssena⁴

Distribuição espacial de *Rhynchophorus palmarum* em palma de óleo no Estado do Pará, Amazônia

*Spatial distribution of *Rhynchophorus palmarum* in oil palm on the Pará State, Amazon*

¹ Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Programa de Pós-graduação em Agronomia Agrárias, Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, 66077-830, Belém, PA, Brasil

² Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Instituto de Ciências Agrárias – ICA, Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, 66077-830, Belém, PA, Brasil

³ Agropalma, Gerência de Fitossanidade, Pesquisa e Desenvolvimento, Rodovia PA 150, s/n, km 74 esquerdo, base, 68695-000, Tailândia, PA, Brasil

⁴ Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, 66077-830, Belém, PA, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: raphaelcoelhopinho@hotmail.com

PALAVRAS CHAVES

Coleobroca
Elaeis guineenses
Geoestatística
Variabilidade espacial

KEYWORDS

Weevil palm
Elaeis guineenses
Geostatistic
Spatial variability

RESUMO: O inseto *Rhynchophorus palmarum* é o principal vetor do nematoide *Bursaphelenchus cocophilus*, agente causal do anel-vermelho, responsável por uma alta taxa de mortalidade de palmas de óleo. Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar por meio da geoestatística, a dependência espacial e a melhor distribuição de armadilhas no campo visando o controle de *R. palmarum*. As quadras experimentais foram georreferenciadas buscando o máximo de precisão no perímetro deste e das plantas que a compõem. A quantidade de insetos capturados foi afetada pela variação de precipitação, aumentando nos meses de maior estiagem na área experimental. A distribuição espacial do *R. palmarum* é agregada com dependência espacial descrita pelo modelo esférico e exponencial, formando “reboleiras” de 175 a 710 m de raio. O alcance máximo encontrado para o inseto foi 710 metros com área de influência de 158,4 ha e o mínimo de 175 m com área de influência de 9,6 ha, utilizando esses dados, para melhorar o seu controle populacional recomenda-se distribuir 1 armadilha a cada 10 ha, localizadas nas periferias das quadras.

ABSTRACT: The *Rhynchophorus palmarum* insect is the main vector of nematode *Bursaphelenchus cocophilus*, causal agent of the red ring disease which carries a high mortality rate of oil palms. The study aimed to check for spatial dependence and check the best way to distribute the traps in the field for the control of *R. palmarum* using the geostatistical tools. The trial courts were georeferenced seeking maximum precision in this perimeter and plants that comprise it. The amount of insects caught was affected by variation of rainfall, increasing the months of greatest drought in the experimental area. The spherical and exponential models were the best adjusted to the data set using R2 as parameter. The moderate spatial dependency ratio prevailed, occurring in 19 valuations, and only two addiction is strong. The maximum range found in the study was 710 meters with catchment area of 158.4 ha and a minimum of 175 m with a catchment area of 9.6 ago, howing that the *R. palmarum* has an area where high correlation occurs between points compared to other insects. We see the aggregate pattern of infestation of *R. palmarum*

1 Introdução

A palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.), é uma palmeira nativa da África ocidental, e a oleaginosa com maior produtividade de óleo vegetal, dentre as espécies comercialmente utilizadas, podendo chegar a 6 t ha⁻¹ de óleo, média dez vezes superior à produção de óleo da soja. (USDA, 2013). No Brasil a área cultivada é cerca de 170 mil hectares, sendo o Estado do Pará o maior produtor nacional, responsável por 83% dessa produção (FAPESPA, 2015). Além do mais é uma alternativa para suprir a produção de biocombustível e os problemas ambientais causados por outras culturas (Brokamp et al., 2011) como a falta de proteção do solo pelo impacto chuva e vento.

Por outro lado, um dos entraves que afetam a produtividade dessa palmeira, está associado aos problemas fitossanitários que diminuem a expansão e produção da cultura (Duarte et al., 2008). Dentre esses está o *Rhynchophorus palmarum* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Curculionidae), que é considerado praga chave para a cultura da palma de óleo. O dano causado por este inseto pode ser direto ou indireto, podendo em ambos os casos haver morte da planta (Chinchilla, 2003). O dano direto ocorre quando as larvas se alimentam, criam galerias danificando os tecidos internos do vegetal podendo até prejudicar o meristema apical levando à morte da palmeira, ou facilitando a entrada de patógenos (Giblin-Davis, 2001). De acordo Moura & Vilela (1996), o dano indireto é quando os adultos de *R. palmarum* transmitem o nematoide *Bursaphelenchus cocophilus*, causador da doença do anel vermelho que pode ocasionar na morte da palmeira em apenas três meses.

O inseto é combatido usualmente por meio da aplicação de inseticidas nas galerias abertas pelas larvas, utilizando-se do controle biológico por meio de fungos entomopatogênicos e insetos parasitas (Moura et al., 2006); controle cultural pela erradicação de plantas com sintomas do ataque deste inseto (Moura et al., 1997) e o controle comportamental por meio do uso de armadilhas com atrativos alimentares e feromônio de agregação (Chinchilla, 1992). Apesar de todos esses métodos de controle funcionarem no controle do *R. palmarum*, esta praga ainda causa grande prejuízo para a cultura da palma de óleo e coqueiro (*Cocos nucifera* L.), necessitando de outras ferramentas que possam complementar ou auxiliar esses métodos. Assim a geoestatística pode ser uma ferramenta complementar para ajudar no combate, quando necessário, desta praga.

Há trabalhos que demonstram que a geoestatística pode ser essa ferramenta complementar de monitoramento de insetos, pois quando se usa a amostragem convencional o tamanho da amostra é fixo, independentemente do nível de infestação da praga, exigindo um tempo maior para tomada da decisão, enquanto a geoestatística utiliza informações das amostras e do valor dos pontos que são variáveis. Farias et al. (2003), trabalhando com avaliação de infestação de cigarrinha em citros estimaram o alcance das amostras entre 53 a 65 m, chegando à conclusão que pelo menos um ponto de amostragem deveria ser feito por hectare a fim de obter uma estimativa confiável.

De acordo com Navarro et al. (2002) já se sabe qual o melhor tipo de armadilha, as iscas mais atraentes e produtos à base de feromônio mais eficientes, o que não se sabe ou ainda é de pouco conhecimento é de como essas armadilhas devem ser

distribuídas ao longo do plantio e se há dependência espacial do *R. palmarum*. Diante do exposto.

O objetivo deste trabalho foi verificar se há dependência espacial e identificar a melhor maneira de distribuir as armadilhas no campo visando o controle de *R. palmarum* usando como ferramenta a geoestatística.

2 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na área de plantio de palma de óleo pertencente ao grupo AGROPALMA, situada na área rural do município do Acará, a aproximadamente 150 km de Belém PA, e a 20 km da sede da fazenda.

A área experimental foi localizada pelas coordenadas geográficas; -48°50'30,57" (Longitude Oeste) e -02°34'37,51" (Latitude Sul) (Datum: SIRGAS2000) é composta por uma quadra com 2000 x 700m, cercadas por carreadores no lado sul e norte, e estradas de escoamento no lado leste e oeste com grande fluxo de veículos carregados com cachos de palma de óleo, as plantas tem 17 anos de idade.

Na Área experimental foram distribuídas 147 armadilhas dispostas em 21 linhas (grade amostral), 18 no interior da quadra de palma de óleo e 3 na floresta, com 7 armadilhas em cada linha, com espaçamento de 110 metros de distância entre linhas de armadilha e 99 metros entre armadilhas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados climáticos foram obtidos na estação meteorológica do Grupo Agropalma, Tailândia.

Após selecionada a área experimental foi realizado o georreferenciamento das quadras e das armadilhas utilizando Aparelho GPS Geodésico, marca Trimble, modelo R6, que possui precisão de 3 mm + 0,1 ppm RMS. As armadilhas de *R. palmarum* foram distribuídas uniformemente dentro da quadra e da mata.

Para as armadilhas dentro da quadra utilizou-se metodologia GNSS, com uso de aparelhos GPS de alta precisão posicionado na direção das linhas de armadilhas para localizar as retas onde se estão as filas de armadilha, cada posicionamento foi feito nas 18 filas na quadra. O GPS era posicionado a uma distância preestabelecida da armadilha que ficava na borda, com esta informação e o espaçamento era possível ter a localização de cada armadilha na quadra com adequada precisão. Já para as que estão dentro da floresta foi utilizado método topográfico. A armadilha foi composta por um balde de 20 L, com dimensões de 36 cm de altura e 27,5 cm de raio médio. A tampa possui um único furo de 3 cm de diâmetro por onde entra os insetos, não permitindo sua saída. A esta tampa fica pendurado por um fio de cobre, de no máximo 10 cm, o feromônio de agregação Rincoforol (6-metil-2(E)-hepten-4-ol; 2-metil-5(E)-hepten-4-ol) após 3 meses era adicionado mais um sachê ao fio, totalizando ao final do experimento 4 sachês por armadilha (Navarro et al., 2002). Dentro do balde era adicionado atrativo alimentar, 40 pedaços de 20 cm de cana-de-açúcar com trocados a cada amostragem.

As coletas eram realizadas quinzenalmente, retirando o material das armadilhas (cana-de-açúcar e os insetos) e colocando em sacos plásticos individualizados de 1 mm de espessura, devidamente fechados e identificados. Foram realizadas 22 coletas em campo por um período de um ano, em amostragens

quinzenais. No ato da coleta era repostos novos toletes de cana-de-açúcar. A contagem dos insetos, de cada saco, procedeu-se pela contabilização dos insetos livres e no interior dos toletes.

Para análise da distribuição espacial do inseto foi utilizado a metodologia geoestatística, através de modelagem de semivariograma. Em seguida, foram construídos mapas de incidência do inseto e distribuição espacial, pelo método de interpolação por krigagem (Vieira et al., 1983). Para a análise dos dados e confecção dos mapas foi utilizado o programa estatístico SURFER Versão 8.0 (2002). Para análise geoestatística, primeiramente foram ajustados o semivariogramas que forneceram o tipo e a forma da dependência espacial, através da construção de um modelo de semivariância, que é descrita a partir da Equação 1:

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

Onde: $y(h)$ é semivariância estimada por uma distância h ; $N(h)$ é número de pares de observações $[Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$, separados por uma distância h .

Foram definidos os parâmetros referentes ao semivariograma: o patamar ($C_0 + C_1$), o efeito pepita (C_0) e o alcance (a). O patamar consiste no valor do semivariograma correspondente ao seu alcance, ou seja, desse ponto em diante não existe mais dependência espacial entre as amostras. O efeito pepita é a semivariância nos pontos muito próximos, quando as distâncias entre as unidades amostrais são bem pequenas; e o alcance mede a distância limite da dependência espacial. Foi calculado ainda o Índice de Dependência Espacial (IDE) k (relação $C_0/(C_0+C_1)$) de cada avaliação segundo Cambardella et al. (1994), que classificam a dependência espacial fraca ($IDE > 75\%$), moderada ($25\% \leq IDE \leq 75\%$) e forte ($IDE < 25\%$).

Para a elaboração do mapa e avaliação do estudo, foi necessário interpolar os pontos amostrados para a obtenção de uma estimativa, como segue a Equação 2:

$$z^*(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i) \quad (2)$$

Em que: z^* é estimativa, x_0 é combinação linear dos valores das medidas vizinhas, N é número dos valores medidos envolvidos na estimativa e $z(x_i)$, λ_i é peso associada a cada valor medido. Essa estimativa (z^*) é uma combinação linear dos valores das medidas vizinhas (x_0).

Ajustados os parâmetros, seleciona-se o modelo que melhor se ajusta aos dados da Equação 3.

$$\gamma(h) = \{C_0 + C_1 \cdot Modelo(a)\} \quad (3)$$

Onde: 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 e h é a distância de separação. A precipitação pluviométrica foi correlacionada com a quantidade de insetos, mês a mês, através da correlação linear de Pearson, e sua significância foi testada pelo teste t de Student ($p < 0,005$).

3 Resultados e Discussão

Foram capturados na quadra de plantio, no período de junho de 2013 a maio de 2014, com as armadilhas um total de 19.110 besouros. Onde observa-se uma diminuição no número de insetos à medida que a precipitação aumenta (Figura 1). No período de agosto a outubro ocorreu menor precipitação na região, 11,80 mm à 63,60 mm, respectivamente, e os meses de Fevereiro e Março são de maior precipitação, com 439,80 mm e 517,00 mm, respectivamente.

Observa-se que a flutuação populacional do *R. palmarum* foi afetada pela variação de precipitação, uma vez que, ao aplicar a correlação de Pearson foi obtido um valor de -0,33 indicando uma correlação fraca negativa. Diversos autores associam a flutuação populacional da praga a fatores abióticos, segundo Takada et al. (2011) ao observar *R. palmarum* em bananeiras no estado de São Paulo concluíram que a população do inseto é menor em meses de temperaturas mais amenas e de baixa precipitação pluviométricas. Tal estudo não coincidiu totalmente com os nossos resultados, pois a correlação não obteve diferença significativa entre precipitação e média de insetos ($p >= 0,05$). Cysne et al. (2013), trabalhando com flutuação populacional de *R. palmarum* em palma de óleo no estado do Amazonas verificaram que a quantidade de insetos

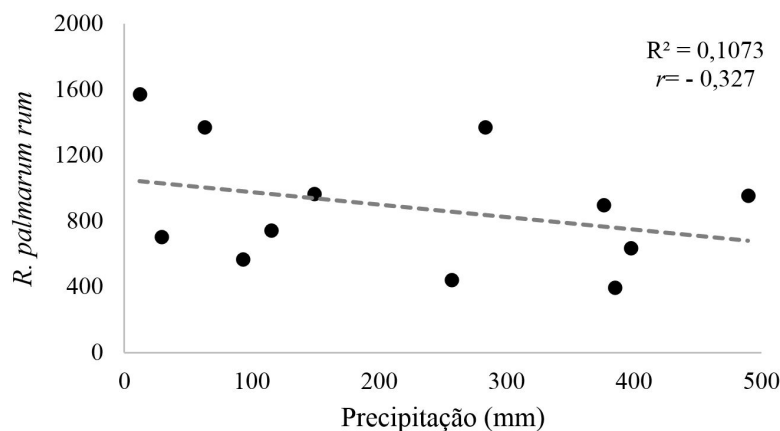


Figura 1. Correlação entre a média de *R. palmarum* por mês e precipitação, no período de 2013 e 2014. “ns” não significativo ($p >= 0,05$).

Figure 1. Correlation between the mean of *R. palmarum* per month and precipitation, in the 2013 and 2014 period. “ns” not significant ($p >= 0,05$).

não variou ao longo do ano de 2013, segundo os autores este efeito pode ser explicado pela pouca variação de temperatura e umidade caracterizando uma regularidade pluviométrica na região amazônica e a constantes práticas culturais, como colheitas e podas, que contribuem para manutenção da praga na área experimental devido aos exsudatos da palma, isso pode explicar a baixa correlação no trabalho (Figura 1 e 2).

Para Rahmathulla et al. (2012), o clima influencia diretamente nas atividades como oviposição, alimentação, crescimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos fitófagos. Assim as condições climáticas como temperatura e precipitação podem

afetar a densidade e dinâmica populacional da praga (Hopkins & Memmott, 2003; Rahmathulla et al., 2012).

Os modelos esférico e exponencial foram o que melhor se ajustaram aos semivariogramas experimentais que apresentaram coeficiente de determinação (R^2) variando de 0,77 a 0,97. O modelo esférico melhor se ajustou em 13 avaliações, e o exponencial se ajustou melhor em oito. Na primeira amostragem não foi possível o ajuste do semivariograma devido a falhas na contagem. O comportamento do *R. palmarum* não ocorre de forma aleatória, pois o índice de dependência espacial moderado prevaleceu nas análises, e em duas a dependência foi forte (Tabela 1).

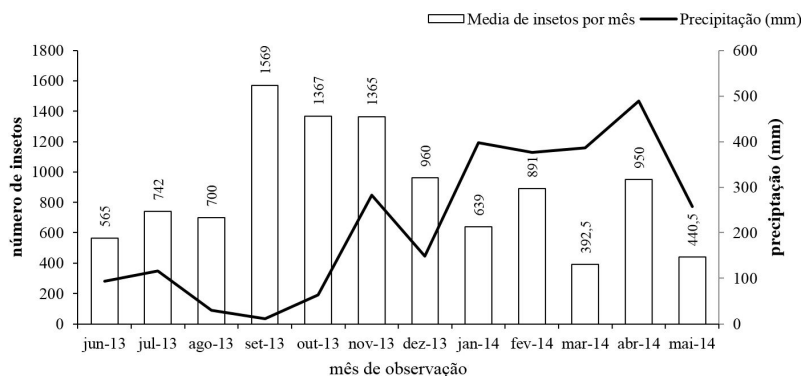


Figura 2. Média de *R. palmarum* por mês e precipitação observadas no período de junho de 2013 a maio 2014.

Figure 2. Average *R. palmarum* a month and rainfall observed from June 2013 to May 2014.

Tabela 1. Parâmetros do semivariograma, área do alcance, coeficiente de determinação (R^2), índice de dependência espacial e modelo experimental para análise geoestatística em uma quadra de palma de óleo (*Elaeis guineensis* J.).

Table 1. Semivariogram parameters, the range area, coefficient of determination (R^2), spatial dependency ratio and experimental model for geostatistics analysis in an oil palm square (*Elaeis guineensis* J.).

Data da Avaliação	Parâmetros do semivariograma			Área de alcance (ha) ^a	Dependência espacial ^b
	C_0	C_1	a (m)		
13/06/2013			Sem ajuste		
01/07/2013	10	8,1	500	78,5	Moderado
15/07/2013	8	16	325	33,2	Moderado
29/07/2013	14	37	530	88,2	Moderado
15/08/2013	25	7	600	113,1	Fraco
28/08/2013	18,8	11,7	550	95,0	Moderado
12/09/2013	37	14	300	28,3	Moderado
23/10/2013	44	24	500	78,5	Moderado
02/11/2013	43,2	37	175	9,6	Moderado
18/11/2013	39	14	324	33,0	Moderado
02/12/2013	47	30	195	11,9	Moderado
16/12/2013	29,8	19,2	480	72,4	Moderado
31/12/2013	15,2	6,5	290	26,4	Moderado
10/01/2014	15,5	8	340	36,3	Moderado
15/02/2014	40,5	26,5	242	18,4	Moderado
28/02/2014	16	10,5	560	98,5	Moderado
11/03/2014	7	7,8	420	55,4	Moderado
26/03/2014	10,5	14,8	270	22,9	Moderado
16/04/2014	59,5	11,44	231	16,8	Fraco
30/04/2014	40	44	300	28,3	Moderado
13/05/2014	11,6	12	710	158,4	Moderado
26/05/2014	4,67	2,65	500	78,5	Moderado

^a Calculado por $\pi \cdot r^2$, onde $\pi = 3,14159$ e $r = a$; ^b Relação entre $C_d/(C_1 + C_0)$.

Os valores de IDE ficaram próximos o bastante para gerar dependência espacial moderada em 19 das 21 amostragens ajustadas. Esta tendência de agregação, que pode ocorrer para reprodução e principalmente para alimentação dos insetos, também é evidenciada por Faleiro et al (2010) na Arábia Saudita, que utilizando modelos matemáticos de distribuição de frequência concluíram que a população de *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier, 1790 (Coleoptera: Curculionidae) segue um padrão agregado de distribuição.

O alcance mínimo observado neste trabalho foi de 175 metros com área de influência de 9,6 ha, demonstrando que a dimensão do gride amostral utilizada (70 x 70 m) foi adequada e possibilitou a correta detecção da distribuição espacial desta praga, considerada com dependência espacial forte. Já o alcance máximo foi de 710 metros com área de influência de 158,4 ha, podendo desta forma, considerar que o *R. palmarum*, possui uma grande área de influência. O que não foi observado por Karimzadeh et al. (2011), que ao avaliarem a distribuição espaço temporal de *Eurygaster integriceps* Puton,

1881 (Hemiptera: Scutelleridae) obtiveram alcances variando de 12,7 à 301,9 m. Dal Prá et al. (2011) por sua vez, que ao estudar a distribuição espacial de *Diloboderus abderus* Sturm, 1826 (Coleoptera: Melolonthidae), encontraram um alcance que variou de 125 a 195 m.

Este maior alcance, comparado a outros insetos, principalmente a coleópteros, pode ser explicado pela sua capacidade de voar longas distância, podendo chegar a 1500 metros por dia (Chinchilla, 1992). Isto poderia explicar também o grau moderado de dependência espacial. Mesmo tendo distribuição agregada, o inseto consegue dispersar facilmente e buscando outros focos de infestação (feridas na planta, alimento, reprodução, local de ovoposição) à longas distâncias do foco inicial.

Com estes alcances é possível definir a distribuição das armadilhas, distribuindo 1 a cada 10 ha partindo do menor valor de alcance, 175 m, localizadas na periferia das quadras próximas aos carregadores, onde neste estudo ocorreram os principais pontos de agregação (Figura 3).

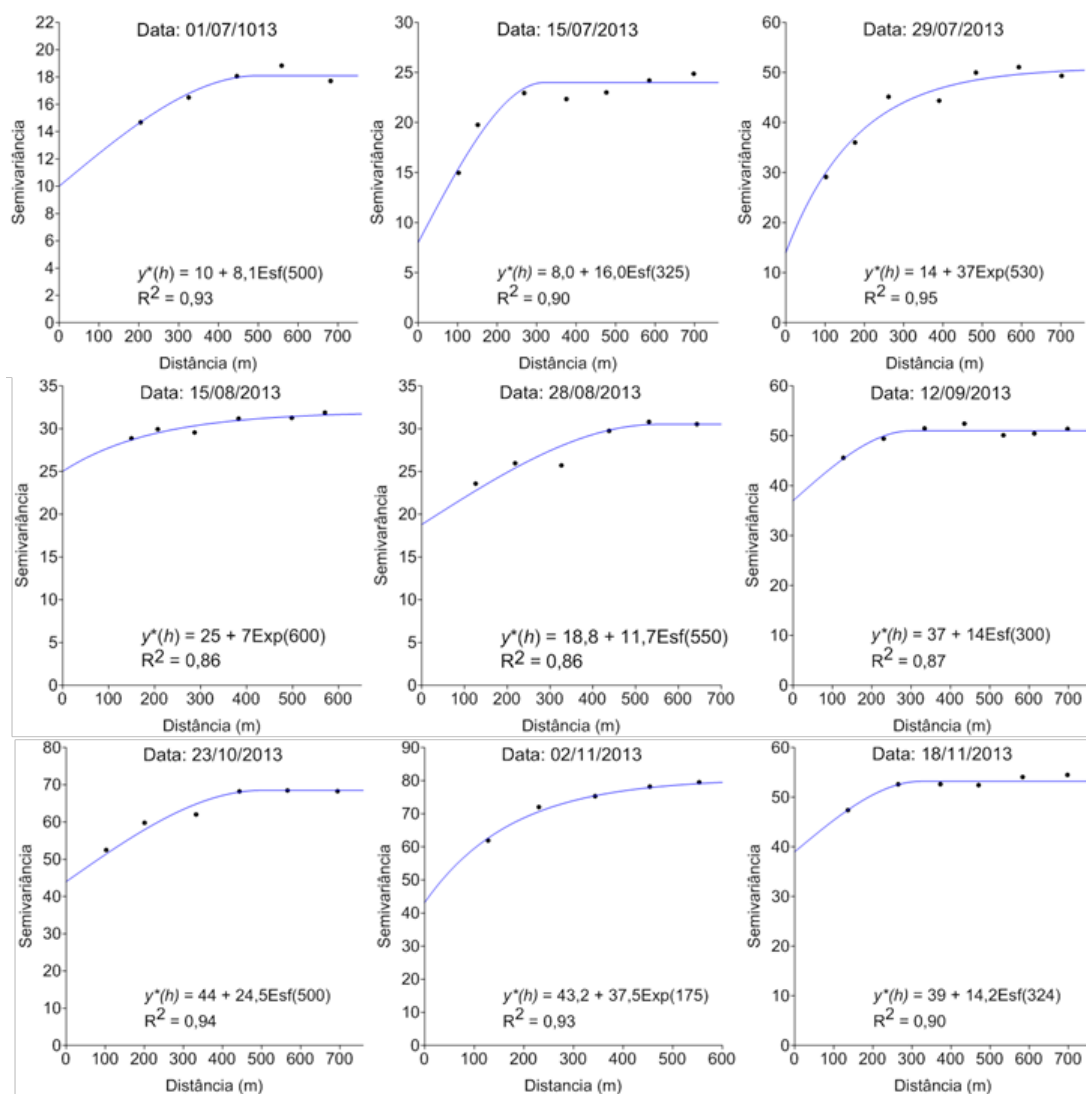


Figura 3. Semivariogramas de cada amostragem ajustados aos modelos para *R. palmarum* em plantio de palma de óleo no período de julho de 2013 à maio de 2014.

Figure 3. Semivariograms of each sample set models for *R. palmarum* in oil palm plantations in the period July 2013 to May 2014.

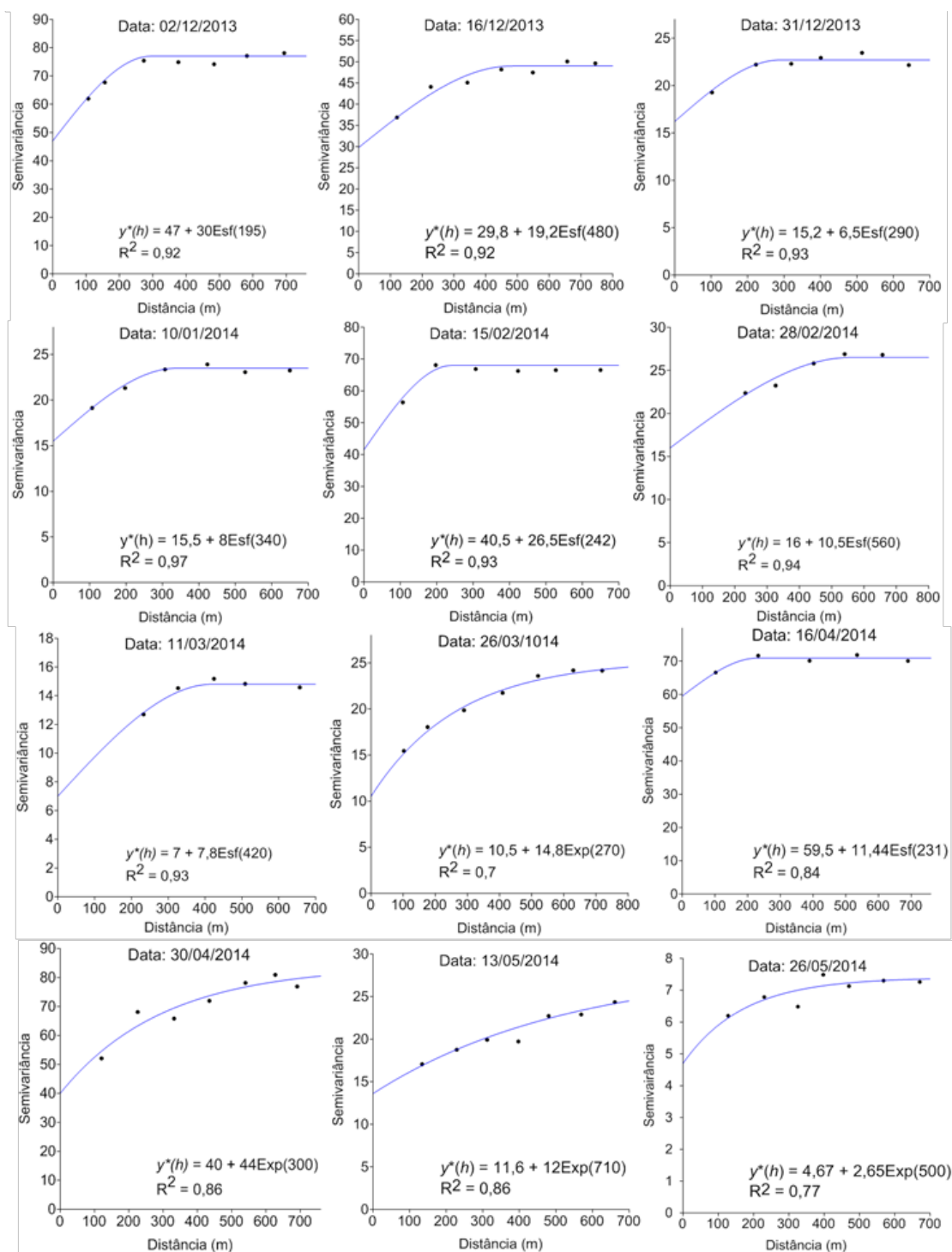


Figura 3. Continuação...

Figure 3. Continued...

A elaboração dos mapas possibilitou determinar os locais com o maior potencial de infestação por *R. palmarum*. Observa-se um padrão agregado de infestação deste espécime de inseto, que na sua grande maioria, encontra-se na periferia da área experimental. Um ponto de agregação repetido ocorre do lado sudoeste, à 200 m do fim da área do estudo onde se localiza o

limite do plantio com a floresta, sendo esta, separada por uma estrada utilizada para escoar a produção (Figura 4).

Ocorre nessa estrada um fluxo contínuo de caminhões transportando os cachos coletados para serem levados para área de processamento industrial. Entretanto estes deixam uma rota formada por exsudatos da palma, que atraem insetos de áreas com altas concentrações do inseto para a área

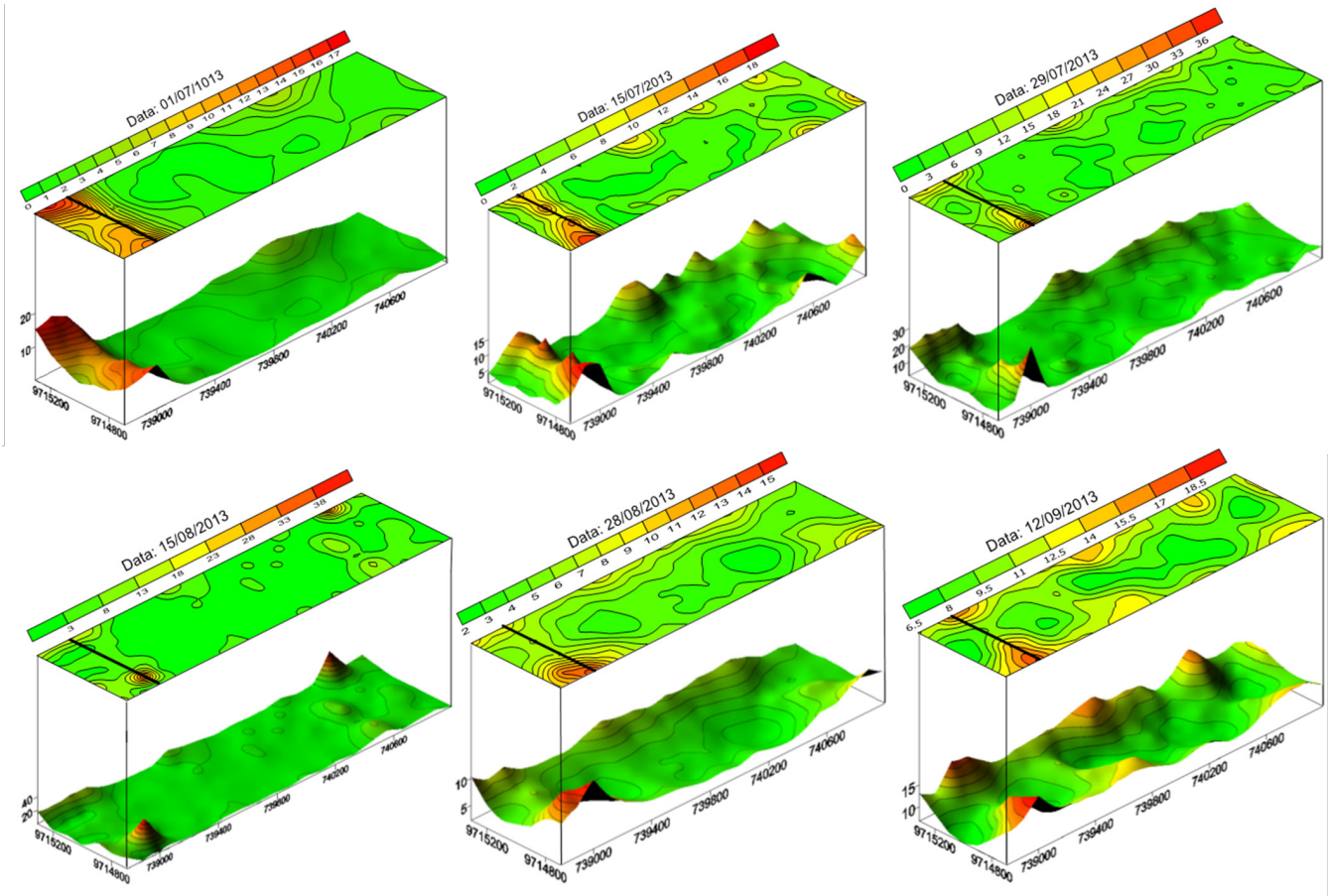


Figura 4. Mapas de distribuição espacial de *R. palmarum* de cada amostragem na área experimental de palma de óleo no período de julho de 2013 à maio de 2014. Representando a seqüência de amostragens que vão de 01/07/2013 à 12/09/2013. Quanto mais vermelho, maior a infestação.

Figure 4. Spatial distribution maps of *R. palmarum* of each sample in the experimental area of oil palm in the period July 2013 to May 2014. Representing the sequence of samples ranging from 07/01/2013 to 09/12/2013. How much more red, more infested.

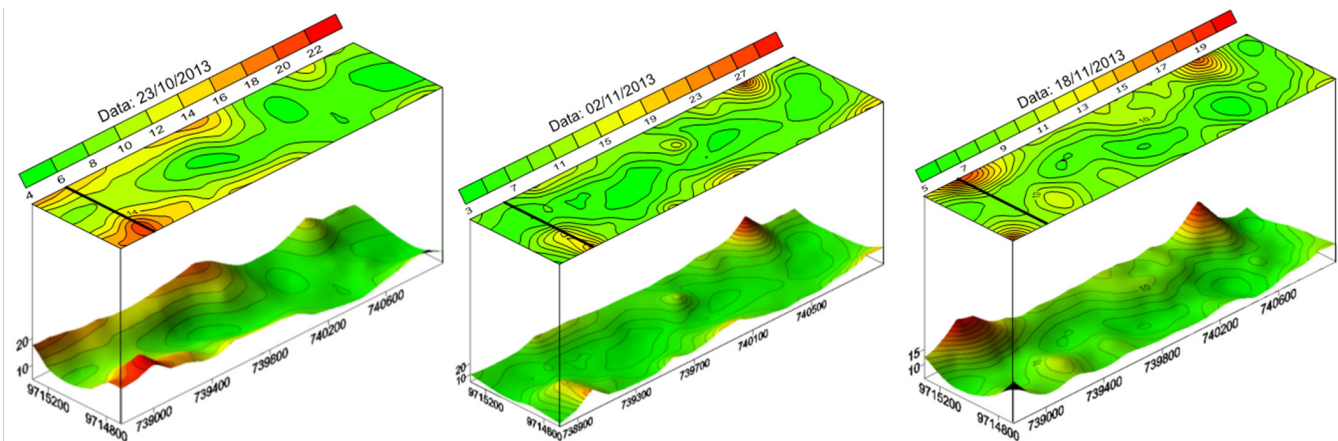


Figura 5. Mapas de distribuição espacial de *R. palmarum* de cada amostragem na área experimental de palma de óleo no período de julho de 2013 à maio de 2014. Representando a seqüência de amostragens que vão de 23/10/2013 à 16/04/2014. Quanto mais vermelho, maior a infestação.

Figure 5. Spatial distribution maps of *R. palmarum* of each sample in the experimental area of oil palm in the period July 2013 to May 2014. Representing the sequence of samples ranging from 10/23/2013 to 04/16/2014. How much more red, more infested.

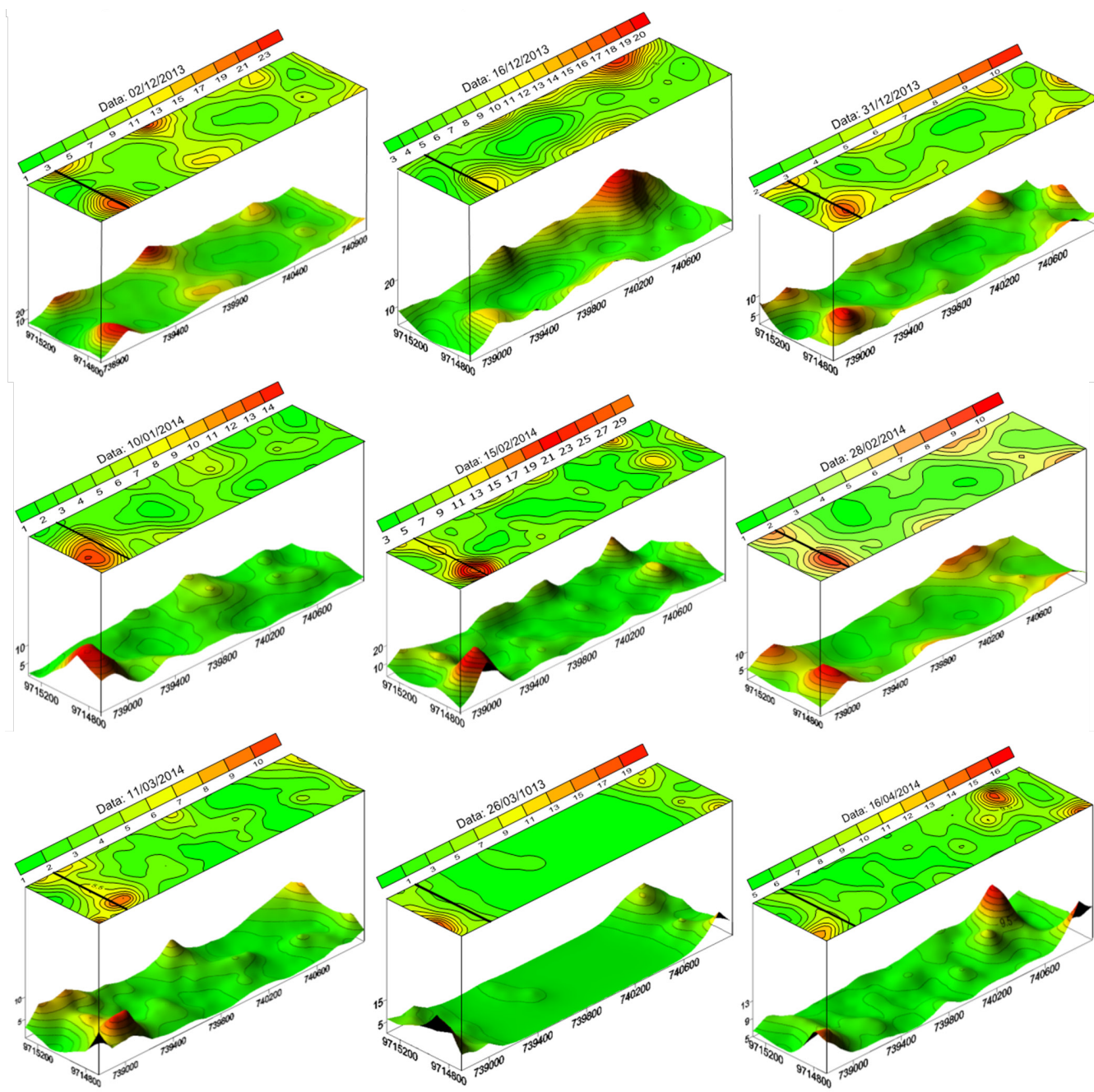


Figura 5. Continuação...

Figure 5. Continued...

experimental (Giblin-Davis, 2001), além do mais, esta alta infestação, pode indicar possíveis focos na floresta devido várias espécies de palmeiras nativas, que são hospedeiras do besouro (Araujo et al., 1998). Nota-se a ocorrência de outros pontos de agregação localizados nas bordas da quadra, sendo que a área experimental é cercada em sua maioria por outras quadras de plantio e separadas por estradas (Figuras 4, 5 e 6).

Os adultos de *R. palmarum* apresentaram focos de infestação de formato regular, desta forma podemos inferir que o atrante

(feromônio) das armadilhas liberadas se dispersou de maneira semelhante em todas as direções, este fato pode ser explicado pelas condições dos ventos na região, que abaixo da copa das palmeiras circula com menos intensidade. Pesquisa realizada por Wedding, Anderbrant & Jonsson (1995), verificaram que as condições de vento ajudaram na captura de *Neodiprion sertifer* Geoffroy, 1785 (Hymenoptera: Diprionidae), no qual o vento deu mais estabilidade na liberação dos feromônio das armadilhas utilizado na pesquisa.

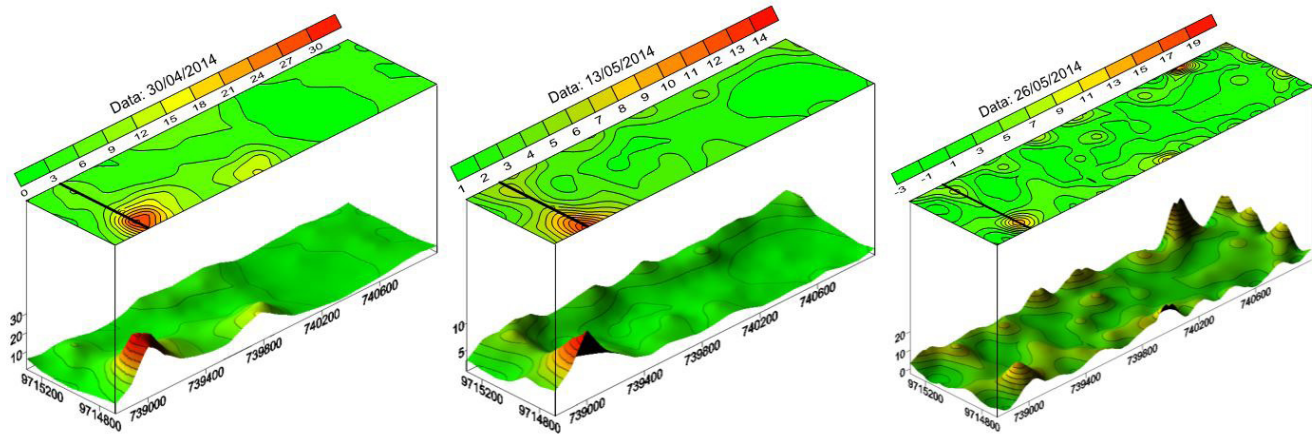


Figura 6. Mapas de distribuição espacial de *R. palmarum* de cada amostragem na área experimental de palma de óleo no período de julho de 2013 à maio de 2014. Representando a sequência de amostragens que vão de 30/04/2014 à 26/05/2014. Quanto mais vermelho, maior a infestação.

Figure 6. Spatial distribution maps of *R. palmarum* of each sample in the experimental area of oil palm in the period July 2013 to May 2014. Representing the sequence of samples ranging from 04/30/2014 to 05/26/2014. How much more red, more infested.

4 Conclusões

Ocorreu dependência espacial moderada, predominantemente, ocorrendo de forma agregada sendo os modelos esféricos e exponenciais os que melhores se ajustaram aos dados da amostragem. A infestação de *R. palmarum* localiza-se preferencialmente na periferia das quadras. E por meio da análise espacial, apenas uma armadilha a cada 10 ha é necessária para elaboração de métodos seguros de amostragens.

Referências

- ARAÚJO, J. C. A.; ARAÚJO, A. E.; SANTOS, A. F. Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* e a associação com o *Bursaphelenchus cocophilus* em dendezeiro no estado do Amazonas. *Fitopatologia Brasileira*, v. 23, p. 23-26, 1998.
- BROKAMP, G.; VALDERRAMA, N.; MITTELBAACH, M.; GRANDEZ, C. A. R.; BARFOD, A. S.; WEIGEND, M. Trade in palm products in North-Western South America. *Botanical Review*, v. 77, p. 571-606, 2011.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, v. 58, p. 1501-1511, 1994.
- CHINCHILLA, C. M. El síndrome Del anillo rojo- hoja pequeña em palma aceitera e cocotero. *Revista Palmas*, v. 13, p. 33-55, 1992.
- CHINCHILLA, C. M. Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera *Elaeis guineensis* em América Central. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, n. 67, p. 69-82, 2003.
- CYSNE, A. Q.; CRUZ, B. A.; CUNHA, R. N. V.; ROCHA, R. N. C. 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. JR P.; RIBAS, G. G. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. *Ciências Rurais*, v. 41, n. 10, p. 1689-1694, 2011.
- DUARTE, A. G.; LIMA, I. S.; ARAÚJO JR., J. V.; DUARTE, A. G.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; CRUZ, M. M. Disposição do nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard, em coqueiros portadores da doença anel-vermelho. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 3, p. 622-627, 2008.
- FALEIRO, J. R.; ABDALLAH BEN ABDALLAH; ASHOK KUMAR, J.; ABDALLAH SHAGAGH; SAAD ALABDAN. Sequential sampling plan for area-wide management of *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) in date palm plantations of Saudi Arabia. *International Journal of Tropical Insect Science*, v. 30, n. 3, p. 145-153, 2010.
- FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS DO PARÁ. FAPESPA. Boletim Agropecuário do Estado do Pará 2015. 1 ed. Belém: Fapespa, 2015, 38 f.
- FARIAS, P. R. S.; NOCITI, L. A. S.; BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n. 2, p. 235-241, Ago. 2003.
- GIBLIN-DAVIS, R. M. Borers of palms. In: HOWARD, F. W.; MOORE, D.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; ABAD, R. G. *Insects on palms*. 1 ed. New York: CABI Publishing. 2001. p. 267-304
- HOPKINS, G. W.; MEMMOTT, J. Seasonality of a tropical leaf meaning moth: Leaf availability versus enemy-free space. *Ecology Entomology*, v. 28, n. 6, p. 687-693, 2003.
- KARIMZADEH, R.; HEJAZI, M. J.; HELALI, H.; IRANIPOUR, S.; MOHAMMADI, S. A. Assessing the impact of site-specific on control of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) damage and natural enemies. *Precision Agriculture*, v. 12, n. 4, p. 576-593, 2011
- MOURA, J. I. L.; VILELA, E. F. Pragas do coqueiro e dendezeiro. Viçosa, Ed. Jard. 78 p. 1996.
- MOURA, J. I. L.; BENTO, J. M. S.; DE SOUZA, J.; VILELA, E. F. Captura de *Rhynchophorus palmarum* (L.) pelo uso de feromônio de agregação associado a árvore-armadilha e inseticida. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 26, p. 69-73, 1997.
- MOURA, J. I. L.; TOMA, R.; SGRILLO, R. B.; DELABIE, J. H. C. Natural efficiency of parasitism by *Billaeae rhynchophorae* (Blanchard)

- (Diptera: Tachinidae) for the control of *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 2, p. 273-274, 2006.
- NAVARRO, D. M. A. F.; MURTA, M. M.; DUARTE, A. G., LIMA, I. S.; NASCIMENTO, R. R.; SANT'ANA, A. E. G. Aspectos práticos relacionados ao uso do rincoforol, o feromônio de agregação da broca-do-olho-do-coqueiro no controle de pragas do coqueiro. *Análise de sua eficiência em campo. Química Nova*, v. 25, p. 32-36, 2002.
- RAHMATHULLA, V. K.; KISHOR KUMAR, C. M.; ANGADI, B. S.; SIVAPRASAD, V. Association of Climatic Factors on Population Dynamics of Leaf Roller, *Diaphania pulverulentalis* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae) in Mulberry Plantations of Sericulture Seed Farm. *Psyche: A Journal of Entomology*, v. 2012, p. 6, 2012.
- SURFER version 8. Mapas e semivariogramas, New York: Golden Software, 2002.
- TAKADA, H. M.; BATISTA FILHO, A.; HOJO, H.; CARVALHO, A. G. Flutuação populacional de *Rhynchophorus palmarum* no município de São Bento do Sapucaí, SP. *O Biológico*, v. 73, n. 1, p. 45-51, 2011.
- TRINDADE, D. R.; POLTRONIERI, L. S.; FURLAN, J. Abordagem sobre o estado atual das pesquisas para a identificação do agente causal do amarelecimento fatal do dendezeiro. In: POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.; SANTOS, I. P. *Pragas e Doenças de cultivos amazônicos*. (Ed.). Belém: Embrapa Amazônia Oriental, CPATU, p. 439-450, 2005.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Oil seeds: World markets and Trade. Foreign Agricultural Service. *Biocombustíveis*, p. 1-34, Dec. 2013. (Circular series). Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov>>. Acesso em: 08 de jan. 2014.
- VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.
- WEDDING, R.; ANDERBRANT, O.; JONSSON, P. Influence of wind conditions and intertrap spacing on pheromone trap catches European pine sawfly, *Neodiprion sertifer*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v. 77, n. 2, p. 223-232, 1995.

Contribuição dos autores: Raphael Coelho Pinho participou de todas as etapas; Paulo Roberto Silva Farias realizou a orientação, correção e planejamento; Karjoene Cassimiro Vilar Rodrigues realizou correção e escrita de todo o artigo; Ricardo Salles Tinôco deu suporte para as coletas em campo; Artur Vinícius Ferreira dos Santos auxiliou na amostragem em campo e na escrita do artigo; Raulí Terra Pinheiro Marssena auxiliou na amostragem em campo.

Agradecimentos: Ao CNPq/CAPES pela concessão de dois anos de bolsa de estudos ao meu curso de Mestrado; A UFRA pelo apoio dado e a empresa Agropalma por ter dado todo o suporte para realização deste trabalho, pois sem este seria impossível.

Fonte de financiamento: Agropalma.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.