

**Distribuição espacial de *Praelongorthezia praelonga* em cultivo de citros em áreas de sistemas agroflorestal e convencional na Amazônia oriental**

**Spatial distribution of *Praelongorthezia praelonga* in citrus cultivation in areas of agroforestry and conventional systems in the eastern Amazon**

**Distribución espacial de *Praelongorthezia praelonga* en el cultivo de cítricos en áreas de sistemas agroforestería y convencionales en la Amazonía oriental**

Recebido: 08/12/2020 | Revisado: 13/12/2020 | Aceito: 16/12/2020 | Publicado: 19/12/2020

**Drielson Davison Silva Gouvêa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2344-4547>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: [drielson.gouvea@ufra.edu.br](mailto:drielson.gouvea@ufra.edu.br)

**Paulo Roberto Silva Farias**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9212-8957>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: [paulo.farias@ufra.edu.br](mailto:paulo.farias@ufra.edu.br)

**Arthur Vinícius Ferreira dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5143-240X>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: [arturvfs@gmail.com](mailto:arturvfs@gmail.com)

**Wendy Vieira Medeiros**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8093-0547>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: [wendy.medeiros@hotmail.com.br](mailto:wendy.medeiros@hotmail.com.br)

**Anderson Gonçalves da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7638-2477>

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

E-mail: [anderson.silva@ufra.edu.br](mailto:anderson.silva@ufra.edu.br)

## **Resumo**

O estudo da distribuição espacial é importante para elaboração de planos de ajuda no monitoramento, prevenção e controle de pragas em áreas de cultivos agrícolas. Os objetivos

científicos destacam as vantagens da avaliação da distribuição espacial de pragas, incluindo a utilização da geoestatística como fundamental ajuda para análise e elaboração do plano de manejo integrado. Para a cochonilha de placas *Praelongorthezia praelonga* foram conduzidos ensaios em duas áreas comerciais de cultivo em citros, uma de 58.240 m<sup>2</sup> do tipo agroflorestal e outra de 49.280 m<sup>2</sup> do tipo convencional, ambas localizadas em Capitão Poço, PA. As coletas foram realizadas no período de setembro de 2008 a agosto de 2009 em todas as plantas do talhão, avaliando-se a ocorrência de ninfas e/ou adultos vivos de *P. praelonga*. Realizou-se avaliações mensais observando a presença ou a ausência da praga nos dois sistemas de cultivo. As áreas foram georreferenciadas e foi realizada a análise espacial através de modelos de semivariogramas e interpolação dos mapas de krigagem. O modelo de melhor ajuste aos dados foi o exponencial, com alcances variando entre 3,8 a 5,8 m para o sistema convencional e 3,3 a 7,3 m para o sistema agroflorestal. Os mapas de krigagem mostraram a distribuição espacial da praga nas áreas estudadas, indicando forte agregação em ambos os sistemas com Índice de Dependência Espacial (IDE) com valores entre 0 a 0,605 variando de forte e moderado para todas as avaliações nas áreas de cultivo.

**Palavras-chave:** Geoestatística; *Citrus sinensis*; Dependência espacial; Krigagem.

### **Abstract**

The study of spatial distribution is important for the elaboration of plans to help in the monitoring, prevention and control of pests in areas of agricultural crops. The scientific objectives highlight the advantages of assessing the spatial distribution of pests, including the use of geostatistics as a fundamental aid for the analysis and development of the integrated management plan. For the *Praelongorthezia praelonga* scale insects, tests were conducted in two commercial citrus growing areas, one of 58,240 m<sup>2</sup> of agroforestry and another of 49,280 m<sup>2</sup> of conventional type, both located in Capitão Poço, PA. The collections were carried out from September 2008 to August 2009 in all plants in the areas, evaluating the occurrence of nymphs and / or live adults of *P. praelonga*. Monthly evaluations were carried out observing the presence or absence of the pest in both cultivation systems. The areas were georeferenced and spatial analysis was performed using semivariogram models and interpolation of kriging maps. The best fit model for the data was exponential, with ranges ranging from 3.8 to 5.8 m for the conventional system and 3.3 to 7.3 m for the agroforestry system. Kriging maps showed the spatial distribution of the pest in the studied areas, indicating strong aggregation in both systems with Spatial Dependence Index (IDE) with

values between 0 to 0.605 ranging from strong to moderate for all evaluations in two the cultivation areas.

**Keywords:** Geostatistics; *Citrus sinensis*; Spatial dependence; Kriging.

## Resumen

El estudio de la distribución espacial es importante para la elaboración de planes que ayuden en el monitoreo, prevención y control de plagas en áreas de cultivos agrícolas. Los objetivos científicos destacan las ventajas de evaluar la distribución espacial de las plagas, incluido el uso de geoestadísticas como ayuda fundamental para el análisis y desarrollo del plan de manejo integrado. Para las cochinillas *Praelongorthezia praelonga*, se realizaron pruebas en dos áreas comerciales de cultivo de cítricos, una de 58.240 m<sup>2</sup> de agroforestería y otra de 49.280 m<sup>2</sup> de el tipo convencional, ambas ubicadas en Capitão Poço, PA. Las recolecciones se realizaron desde septiembre de 2008 a agosto de 2009 en todas las plantas de las áreas, evaluando la ocurrencia de ninfas y / o adultos vivos de *P. praelonga*. Se realizaron evaluaciones mensuales observando la presencia o ausencia de la plaga en ambos sistemas de cultivo. Se georreferenciaron las áreas y se realizó un análisis espacial mediante modelos de semivariograma e interpolación de mapas de kriging. El modelo de mejor ajuste para los datos fue exponencial, con rangos que van desde 3.8 a 5.8 m para el sistema convencional y 3.3 a 7.3 m para el sistema agroforestal. Los mapas de Kriging mostraron la distribución espacial de la plaga en las áreas estudiadas, indicando fuerte agregación en ambos sistemas con Índice de Dependencia Espacial (IDE) con valores entre 0 a 0.605 que van de fuerte a moderado para todas las evaluaciones en los dos áreas de cultivo.

**Palabras clave:** Geoestadística; *Citrus sinensis*; Dependencia espacial; Kriging.

## 1. Introdução

O Brasil possui grande eficiência na cadeia citrícola mundial o que a torna de fundamental importância para a economia do agronegócio do País (Oliveira, 2017). Entre os anos de 1530 e 1540, começou a história citrícola no país, com os portugueses introduzindo as primeiras sementes de laranja doce nos Estados da Bahia e São Paulo devido as condições ecológicas favoráveis (Prevideli, et al.,2020). Atualmente o estado de São Paulo, o Triângulo de Minas Gerais e o Noroeste do Paraná são as regiões de maior produção nacional, destacando-se devido aos investimentos tecnológicos e a importância econômica dada à produção de frutos *in natura* e a exportação de suco concentrado (Agrianual, 2019).

No Estado do Pará, a citricultura teve um forte crescimento na mesorregião do Nordeste do estado (Silva, et al., 2015). O polo de citricultura do estado é formado pelos municípios de Capitão Poço, Garrafão do Norte, Irituia, Nova Esperança do Piriá e Ourém, sendo 90% de toda a citricultura centralizada no município de Capitão Poço, cuja exportação da fruta atende outros estados, além de vários países da União Europeia (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2019).

Dentre as principais pragas que ocorrem na citricultura, as cochonilhas são insetos conhecidos como um dos primeiros a serem combatidos na história do controle de pragas (Gravena, 2011). Dentre as cochonilhas conhecidas a *Praelongorthezia praelonga* provoca grandes prejuízos econômicos, pois é do tipo sugador e costuma agir retirando a seiva de seus hospedeiros, enfraquecendo-os e ocasionando a queda prematura de folhas e frutos (Parra, et al., 2003). Quando em altas densidades populacionais, a praga pode causar a morte da planta hospedeira (Kondo, 2012). A *P. praelonga* é um inseto desprovido de carapaça quitinosa, mas possui uma cera protetora sobre o corpo, tal ausência permite uma elevada movimentação na fase de ninfa e na fase adulta, provocando a sua propagação natural (Carvalho, 2006).

A agricultura de precisão é utilizada como importante técnica do manejo integrado de pragas, e bastante aplicada para insetos sugadores e inimigos naturais, pois torna possível o mapeamento destes em diferentes áreas de cultivos agrícolas (Góngora-Canul, et al., 2018). Uma ferramenta para a confecção de mapas é a geoestatística, que através de modelos matemáticos consegue mapear a infestação da praga no cultivo e assim implementar ações de controle integrado que possibilitem a redução da população da mesma (Farias, et al., 2018). Neste estudo, buscou-se confirmar se a geoestatística é realmente uma tática fundamental para a elaboração de estratégias de controle da *P. praelonga*, além dos objetivos principais que são, avaliar e comparar a distribuição espacial da praga em dois sistemas de cultivo no nordeste paraense, um agroflorestal e outro convencional.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Identificação da área de estudo e amostragem**

O experimento foi conduzido durante a safra agrícola 2008/2009, em uma área comercial localizada no município de Capitão Poço no estado do Pará. As áreas utilizadas no estudo localizam-se na Fazenda Santana de coordenadas geográficas: 01° 45' 15" de latitude Sul, 47° 07' 30" de longitude oeste de Greenwich (sede da fazenda), apresentando solo do tipo

Latossolo Amarelo Álico, textura média, clima tipo Ami, segundo a classificação de Köppen, apresentando os maiores índices de pluviosidade de janeiro a maio e menores de agosto a novembro. Os cultivos são do tipo agroflorestal e convencional com mesma variedade de laranjeiras “Pêra Rio” (*Citrus sinensis* Osbeck), porta-enxerto limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck) com altura média de 2,20 m, plantadas em espaçamentos de 5 x 7 m, apresentando 7 anos de idade. Na área agroflorestal as laranjeiras estão distribuídas em 32 fileiras, sendo 52 plantas de citros por fileira, totalizando 58.240 m<sup>2</sup>, o que corresponde a 89,9% da área total do sistema. A área ainda contava com a presença de Teca (*Tectona grandis* L.f.) que estavam dispostas a cada três linhas do cultivo de citros, totalizando 11 linhas com plantas de Teca, e a cada 3 plantas de citros totalizando 187 plantas de Teca, o que correspondendo a 10,1% da área total do sistema agroflorestal. Já o cultivo convencional está disposto em 32 fileiras com 44 plantas por fileira, distribuídas em uma área de 49.280 m<sup>2</sup>. Para ambos os sistemas de cultivo a densidade de plantio é de 285 laranjeiras por hectare.

As áreas experimentais receberam adubação de acordo com análise de solos considerado às exigências nutricionais da cultura dos citros, não se utilizou inseticida no período das avaliações de *P. praelonga*. Os dados climáticos médios mensais como precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas mínima, média e máxima (°C) para o município de Capitão Poço, foram obtidos junto à estação meteorológica da empresa Cítricos do Pará (CITROPAR).

Realizaram-se avaliações com intervalo mensal no período de setembro de 2008 a agosto de 2009. O levantamento populacional foi realizado em condições de campo em 100% das plantas do talhão, avaliando-se a presença ou ausência de ninfas e/ou adultos vivos de *P. praelonga*. Todas as plantas foram vistoriadas, com as avaliações sendo feitas nos quadrantes norte, sul, leste e oeste, anotando-se presença da praga com o número um (1) ou ausência com o número zero (0), nos dois sistemas de cultivo.

## 2.2 Geoestatística

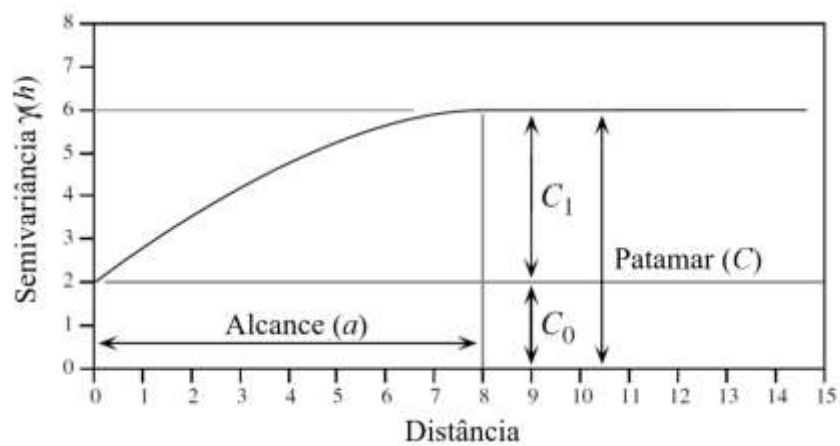
A análise de dependência espacial foi feita com o uso da geoestatística, onde se pôde modelar a distribuição espacial existente entre os focos de infestação de *P. praelonga* e com o uso destes modelos foi possível realizar interpolações e mapear a ocorrência da praga nas áreas de estudo. A metodologia adotada foi a de Brandão, et al., (2017) e Farias, et al., (2018) que se baseia na suposição de que, quanto mais próximas as medidas mais semelhantes elas são, quando em comparação com as medidas mais distantes.

Os modelos utilizados foram baseados na função de semivariância, uma das ferramentas mais utilizadas para representar a distribuição espacial de uma função aleatória  $Z(x_\alpha)$  na direção de um vetor  $h$ , sendo dada pela equação:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{\alpha=1}^{n(h)} [Z(x_\alpha) - Z(x_\alpha + h)]^2 \quad (1)$$

Os modelos de  $\gamma^*(h)$  que se relacionam com os valores correspondentes de  $h$  são gráficos denominados de semivariogramas (Figura 1).

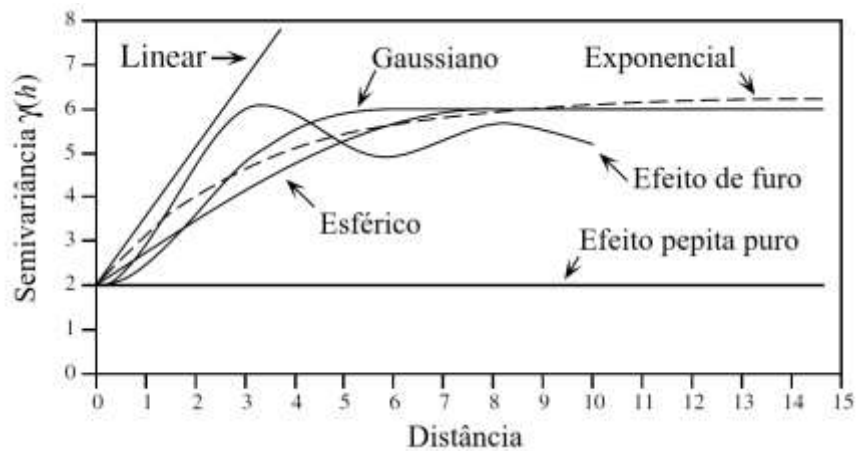
**Figura 1.** Semivariograma (Adaptado de Numerical Ecology, Legendre & Legendre, 1998).



Fonte: Autores.

O crescimento de  $\gamma^*(h)$ , ao longo do semivariograma, atinge um valor máximo no qual ele se torna estável, é o chamado *patamar* (ou *sill*), ele corresponde aproximadamente a variância total dos dados. A distância em que  $\gamma^*(h)$  atinge o patamar é denominada *alcance* (ou *ranger*), e será representada por  $a$ , ela mede a distância limite da dependência espacial (Vieira et al., 1983). Os modelos para os semivariogramas ditos “experimentais” (Figura 2) foram ajustados com o uso do *software* Surfer<sup>®</sup>, usando como base o índice de determinação ( $R^2$ ) para a escolha do melhor modelo.

**Figura 2.** Semivariogramas experimentais (Adaptado de Numerical Ecology, Legendre & Legendre, 1998).



Fonte: Autores.

Com base nos semivariogramas ajustados foram construídos mapas de krigagem para demonstrar a distribuição espacial de *P. praelonga* na área, além dos índices de dependência espacial [IDE =  $C_0/(C_0 + C_1)$ ], classificados de acordo com os intervalos propostos por Cambardella, et al.,(1994), que considera a dependência espacial forte (IDE < 0,25), moderada (0,25 < IDE < 0,75) e fraca (IDE > 0,75). Os valores da intensidade de infestação foram estimados em pontos não amostrados, utilizando-se o interpolador de krigagem dado pela equação:

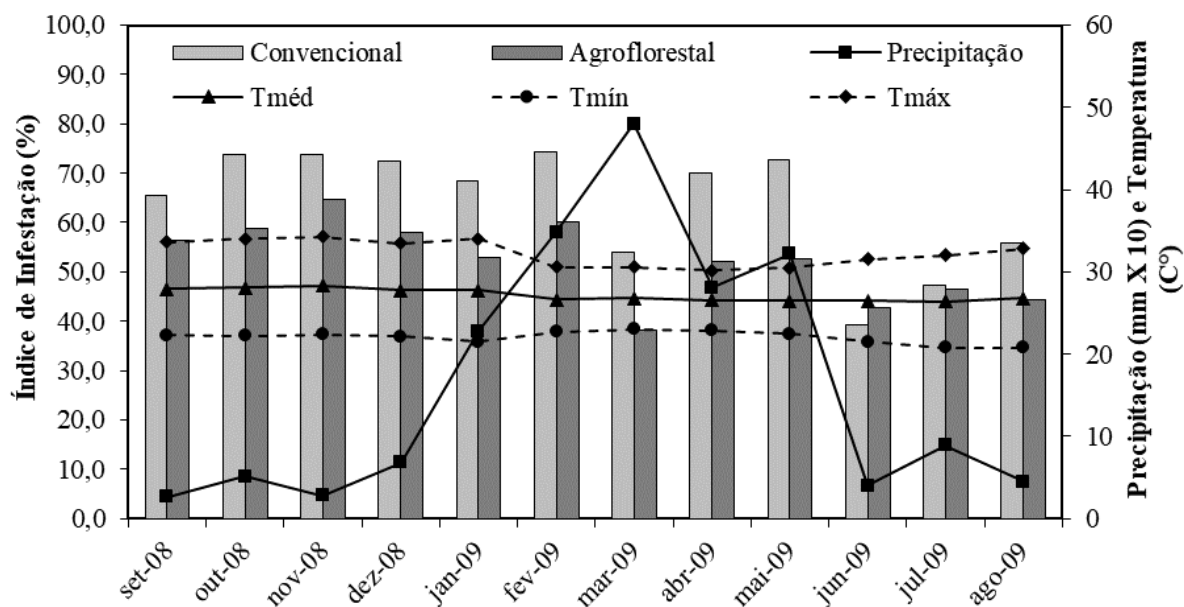
$$\hat{Z}(h) = \sum_{\alpha=1}^K \lambda_{\alpha} Z(x_{\alpha}) \quad (2)$$

Onde  $Z(h)$  é o valor estimado de  $Z$ ;  $\lambda_{\alpha}$  são os pesos dos pontos vizinhos otimizados para a posição  $x_{\alpha}$  com base nos parâmetros do semivariograma ajustado e  $Z(x_{\alpha})$  é o valor de  $Z$  na posição  $x_{\alpha}$ .

### 3. Resultados e Discussão

Em todos os meses avaliados, em ambos os sistemas de cultivo, a cochonilha *Praelongorthezia praelonga* esteve presente nas plantas, entretanto foram apresentadas diferenças nos níveis de infestação. Na área do sistema agroflorestal os valores máximos e mínimos de infestação foram, respectivamente, de 64,7 % e 38,1 %, já na área do sistema convencional os valores foram de 74,4 % e 39,3 % conforme mostra a (Figura 3).

**Figura 3.** Flutuação temporal da população de *P. praelonga* com os fatores climáticos a precipitação (mm) na cultura do citrus em sistemas de cultivo convencional e agroflorestal no período de setembro de 2008 a agosto de 2009. Fazenda Santana, Capitão Poço, Pará, Brasil.



Fonte: Autores.

Ao longo dos 12 meses avaliados, a precipitação apresentou valores maiores entre os meses de janeiro e maio de 2009, com pico no mês de março de 2009 atingindo 480 mm, sendo que neste o mês houve menor infestação de plantas de citrus por *P. praelonga* nas duas áreas avaliadas indicando uma provável influência da chuva como controle natural de insetos, tais situações já foram observadas por Silva, et al., (2015) em seu trabalho com dinâmica populacional de Mosca-Negra-dos citros (*Aleurocanthus Woglumi* Ashby).

Os dados de infestação foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com o objetivo de avaliar a normalidade desses valores. Estes foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov, que a partir dos resultados foram considerados normais. O resultado da análise de variância a considerou significativa de forma que pôde-se inferir que os sistemas de cultivo apresentaram diferentes médias de infestação, comprovando estatisticamente que o sistema convencional apresentou maior média de infestação quando comparado ao sistema agroflorestal (Tabela 1).



**Tabela 1.** Análise de variância para os níveis de infestação de *P. praelonga* nos sistemas de cultivo agroflorestal e convencional. Fazenda Santana, Capitão Poço, Pará, Brasil.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Prob
Sistema de Cultivo	1	820,17	820,17	7,979	0,0099**
Resíduo	22	2.261,52	102,80		
CV (%) = 17,44					
Sistema de Cultivo	Média				
Convencional	63,96 a				
Agroflorestal	52,28 b				

\*\*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste tukey a 1 % de probabilidade de erro. Fonte: Autores.

Para cada amostragem realizada foi gerado um semivariograma experimental, sendo assim foram ajustados ao total 24 semivariogramas, 12 para cada um dos sistemas de cultivo, sendo que dentre todos os modelos experimentais testados o modelo que melhor se ajustou foi o modelo exponencial (Tabela 2). Autores como Brandão, et al., (2017) apresentaram pesquisas onde o modelo exponencial foi considerado um bom estimador a ser usado na distribuição espacial de insetos pragas para a geração de mapas de krigagem.

**Tabela 2.** Infestação da *P. praelonga*, parâmetros ajustados do semivariograma exponencial, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e parâmetro  $k$  para análise geoestatística nos dois sistemas de cultivo agroflorestal e convencional no período de setembro de 2008 a agosto de 2009. Fazenda Santana, Capitão Poço, Pará, Brasil.

1Época	Sistema Agroflorestal						7Área (m <sup>2</sup> )	8R <sup>2</sup>	9IDE
	2Inf (%)	3Md	Parâmetros						
			4C <sub>0</sub>	5C <sub>1</sub>	6a(m)				
set/08	56,4	Exp	0,040	0,202	3,5	38,48	0,98	0,165	
out/08	58,9	Exp	0,080	0,155	4,5	63,62	0,98	0,340	
nov/08	64,7	Exp	0,115	0,105	7,0	153,94	0,97	0,523	
dez/08	58,1	Exp	0,100	0,138	6,5	132,73	0,98	0,420	
jan/09	52,8	Exp	0,110	0,133	6,0	113,10	0,99	0,453	
fev/09	60,2	Exp	0,000	0,236	4,1	52,81	0,98	0,000	

mar/09	38,1	Exp	0,080	0,156	6,0	113,10	0,95	0,339
abr/09	52,0	Exp	0,130	0,117	5,6	98,52	0,96	0,526
mai/09	52,6	Exp	0,120	0,123	6,9	149,57	0,96	0,494
jun/09	42,8	Exp	0,000	0,240	3,3	34,21	0,98	0,000
jul/09	46,6	Exp	0,050	0,190	4,2	55,42	0,99	0,208
ago/09	44,2	Exp	0,150	0,098	7,3	167,42	0,95	0,605

Sistema Convencional

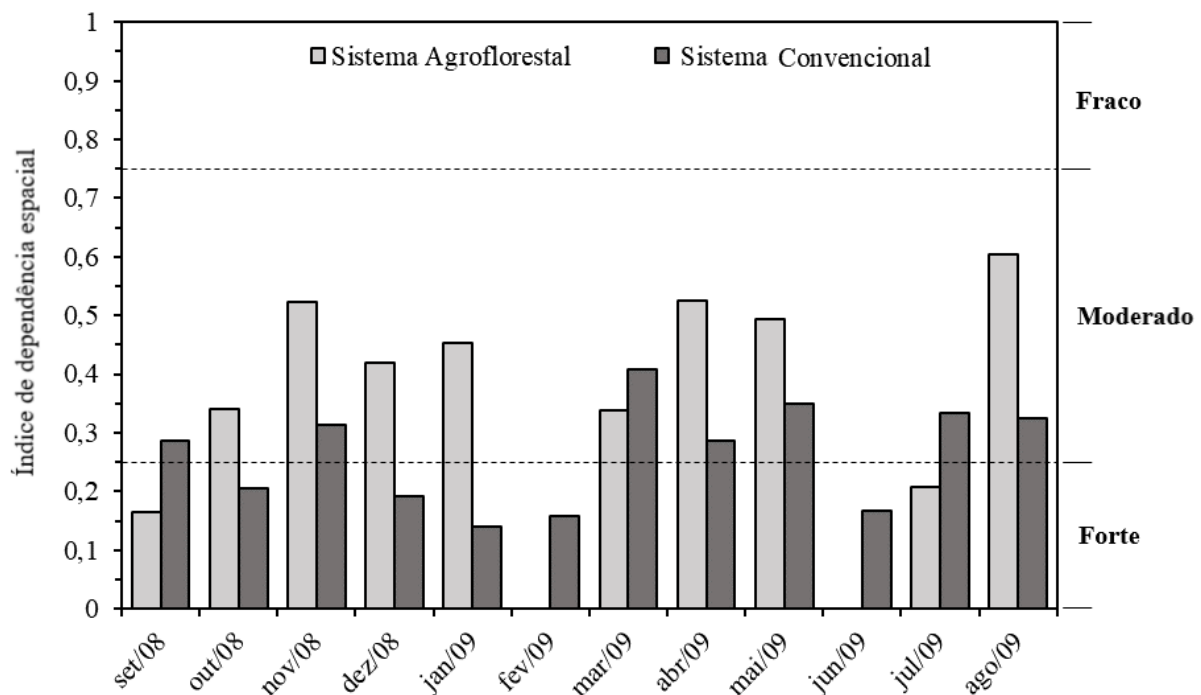
<sup>1</sup> Época	<sup>2</sup> Inf (%)	<sup>3</sup> Md	Parâmetros			<sup>7</sup> Área (m <sup>2</sup> )	<sup>8</sup> R <sup>2</sup>	<sup>9</sup> IDE
			<sup>4</sup> C <sub>0</sub>	<sup>5</sup> C <sub>1</sub>	<sup>6</sup> a(m)			
set/08	65,6	Exp	0,066	0,164	4,2	55,42	0,95	0,287
out/08	73,9	Exp	0,040	0,155	4,0	50,27	0,97	0,205
nov/08	73,8	Exp	0,062	0,136	5,2	84,95	0,97	0,313
dez/08	72,5	Exp	0,038	0,161	4,8	72,38	0,99	0,191
jan/09	68,4	Exp	0,030	0,186	4,5	63,62	0,98	0,139
fev/09	74,4	Exp	0,030	0,160	4,0	50,27	0,82	0,158
mar/09	54,0	Exp	0,100	0,146	3,8	45,36	0,91	0,407
abr/09	70,0	Exp	0,060	0,150	4,0	50,27	0,94	0,286
mai/09	72,6	Exp	0,070	0,130	4,2	55,42	0,97	0,350
jun/09	39,3	Exp	0,040	0,198	4,2	55,42	0,97	0,168
jul/09	47,3	Exp	0,083	0,166	5,1	81,71	0,95	0,333
ago/09	55,9	Exp	0,080	0,166	5,8	105,68	0,96	0,325

<sup>1</sup>Mês da Amostragem; <sup>2</sup>Inf (%) nível de infestação dada pela relação plantas com presença de *P. praelonga*/total de plantas; <sup>3</sup>Modelo; <sup>4</sup>Efeito Pepita; <sup>5</sup>Variância Espacial; <sup>6</sup>Alcance (metros); <sup>7</sup>Área dada pela relação  $\pi \cdot r^2$  ( $r = a$ ); <sup>8</sup>Índice de determinação (Valores próximos a 1 indicam bom ajuste) e <sup>9</sup>Índice de dependência espacial dado pela relação  $C_0/(C_0+C_1)$ . Fonte: Autores.

O alcance da dependência espacial foi uma informação considerada importante, no sistema agroflorestal houve variação de 3,3 a 7,3 m sendo representado por uma área de influência de 34,21 a 167,42 m<sup>2</sup>, já para sistema convencional a variação foi de 3,8 a 5,8 m com área de 45,36 a 105,68 m<sup>2</sup>. Esses resultados podem auxiliar na definição de monitoramento, pois utilizando espaçamentos inferiores aos alcances encontrados pode-se obter uma forma eficiente de amostragem.

Os valores dos índices de dependências especiais (IDE) variaram de 0 a 0,605. Em ambas as áreas ficaram entre forte ( $IDE < 0,25$ ) e moderados ( $0,25 < IDE < 0,75$ ) seguindo a classificação de Cambardella, et al., (1994) (Figura 4).

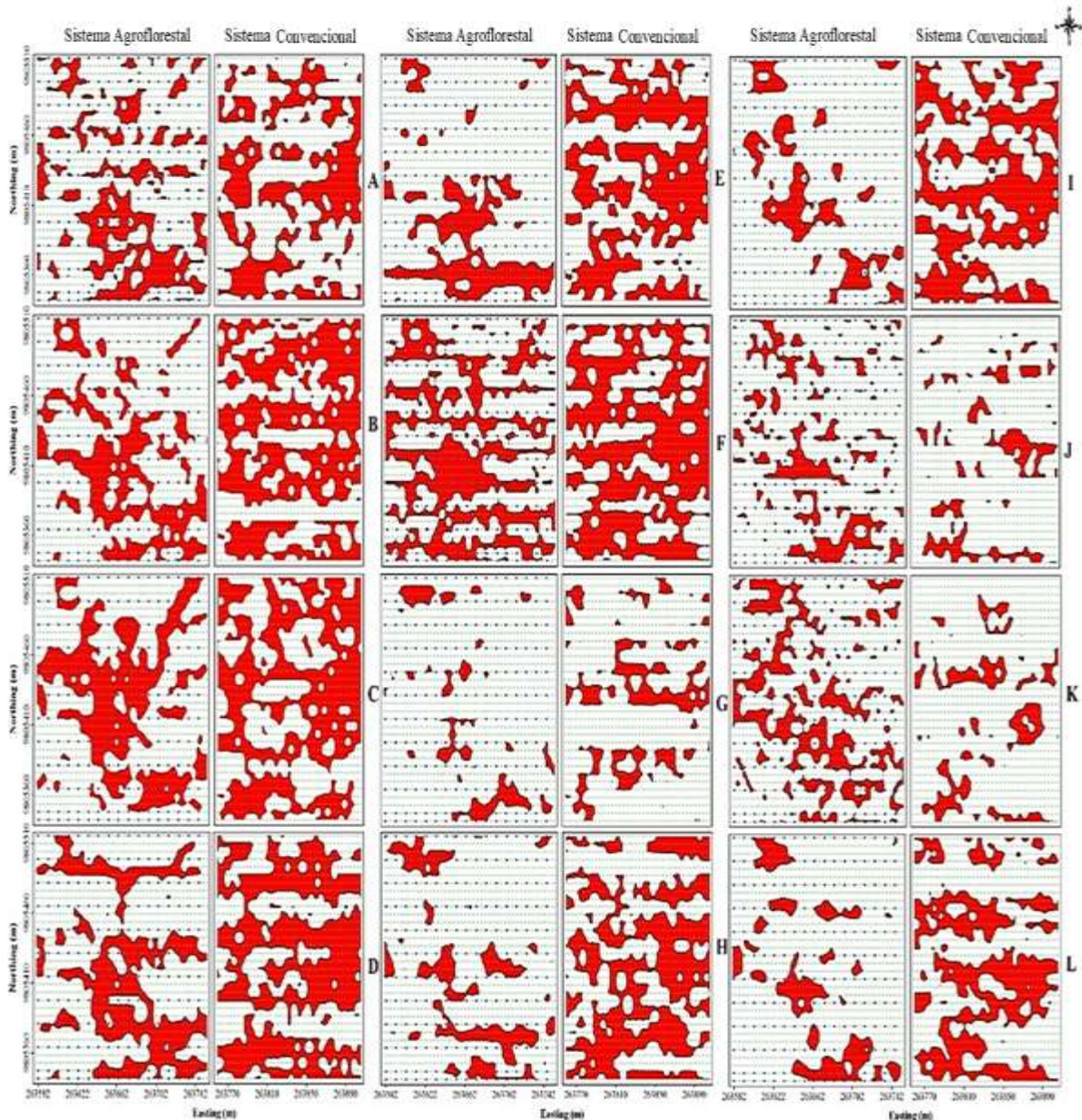
**Figura 4.** Índice de dependência espacial dos modelos dos semivariogramas ajustados, a partir da presença e ausência de *P. praelonga* em citrus em dois sistemas cultivo convencional e agroflorestal. Fazenda Santana, Capitão Poço, Pará, Brasil.



Fonte: Autores.

Nos mapas de krigagem o sistema agroflorestal apresentou menores infestações em todos os meses com exceção do mês de junho, onde a infestação foi em torno de 42,8%, já no sistema convencional 39,3%, esta decorrência está relacionada, provavelmente, ao pico médio de precipitação ocorrida no mês anterior (322 mm) (Figura 5).

**Figura 5.** Mapas de krigagem da distribuição espacial de *P. praelonga* nos sistemas de cultivo agroflorestal e convencional nos meses de setembro (A), outubro (B), novembro (C) e dezembro (D) de 2008, janeiro (E), fevereiro (F), março (G), abril (H), maio (I), junho (J), julho (K) e agosto (L) de 2009. Fazenda Santana, Capitão Poço, Pará, Brasil.



Fonte: Autores.

Os resultados demonstraram que as populações de *P. praelonga* apresentam distribuição do tipo agregado, o que foi comprovado pelos mapas de krigagem obtidos, mostrando uma dependência espacial de contaminação planta a planta. Os meses com maiores infestações compreendem as épocas mais quentes na região, com baixa média de precipitação,

mostrando que o sistema agroflorestral se faz extremamente superior quando comparado ao sistema convencional.

A evidência mensal de uma distribuição agregada, indica um aumento da reboleira da praga tendendo ao aumento da infestação na área, principalmente em relação a linha de cultivo, isso pode ser observado através do modelo ajustado. Acredita-se que as causas dessa infestação ocorram por meio de veículos ou aplicação de herbicidas. Em sua pesquisa, Guillermo, et al., (2017) aponta que a utilização de veículos de pulverização, em cultivo de citrus, provocam fortes ventos e que devido a isso a praga é movimentada para plantas vizinhas indicando a alta possibilidade de aumento de tamanho da reboleira a partir de uma planta infestada. Já para Carvalho (2006) um dos grandes responsáveis pela disseminação da praga é o próprio operário que ao colher os frutos de uma planta infestada leva o inseto dessa planta para as plantas saudáveis.

Os mapas de krigagem mostram que as infestações não se distribuíram em 100% da superfície das duas áreas experimentais, o que é interessante para direcionar as medidas de controle nas áreas específicas de infestação. Foi possível determinar o comportamento espacial das populações de *P. praelonga* nos dois sistemas de cultivo.

#### 4. Conclusão

A ferramenta geoestatística é promissora para avaliação da distribuição espacial da cochonilha de placas *P. praelonga* em cultivo de citrus, indicando através de mapas de krigagem as medidas devidas para a implantação de um plano de controle.

Com relação a modelagem do semivariograma, o modelo que melhor se ajustou para distribuição espacial da *P. praelonga* foi o exponencial indicando as áreas de maior risco para o manejo da praga, com raios de agregação de 5,8 m para o sistema convencional e 7,3 m para o sistema agroflorestral.

Foi possível constatar pelo mapa de krigagem que nos meses iniciais do experimento, setembro a dezembro de 2008, aconteceram as maiores ocorrências da *P. praelonga* nas áreas de cultivo, isso deve-se aos baixos níveis de precipitação existente na região nesta época do ano.

## Referências

Agriannual (2019). *Anuário da Agricultura Brasileira*. São Paulo: Fnp Consultoria & Comercio, 472p.

Brandão, A. D. S., Farias, P. R. S., Dionísio, L. F. S., Tinôco, R. S., Silva, A. G., & Silva, T. A. F. (2017). Spatial and Temporal Distribution of *Opsiphanes Invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae) in oil palm, Pará State, Brazil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. volume 12, n.4, p.464-469.

Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F. & Konopka, A. E. (1994) Field-Scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, volume.58.

Carvalho, R.S, Sugador Mortal (2006) [Entrevista concedida a] *Cultivar: Hortaliças e Frutas*, ano VI, N° 35, 16-20.

Farias, P. R. S., Harada, A.Y., Filgueiras, C.C., Lima, B. G., Sales, T. M., Silva, A. G., & Souza, B. H. S. (2018) Mapping *Azteca Barbifex* Forel (Hymenoptera: Formicidae) Dispersal in Georeferenced Orange (*Citrus Sinensis* [L.] Osbeck) Orchard in the eastern Amazon, Brazil. *Insectes Sociaux*.

Góngora-Canul, C. C., Martínez-Sebastián, G., Aguilera-Cauich, E. A., Uc-Varguez, A., López-Puc, G., & Pérez-Hernández, O, (2018). Spatio-Temporal Dynamics of Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) Populations in Plantations of *Jatropha Curcas* L. in Yucatan, Mexico. *Industrial Crops and Products*, volume 117, p.110-117., 2017.12.070.

Gravena, S. (2011) *História do controle de pragas na citricultura brasileira*, Citrus Research & Technology, v.32, n.2, p.85-92.

Guillermo, L. M., & Takumasa, K (2017). Insectos y Ácaros de los cítricos: Compendio Ilustrado de Especies Dañinas y Benéficas, con técnicas para el Manejo Integrado de Plagas. 2ª Ed. *Colección Nuevo Conocimiento Agropecuario*. Mosquera, Colombia.

IBGE. Indicadores Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Produção Agrícola (2019). Recuperado de [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

Kondo, T., Peronti, A. L., Kozar, F., & Szita, E. (2012). Los insectos escama asociados a los cítricos, con énfasis en *Praelongorthezia praelonga* (Douglas) (Hemiptera: Coccoidea: Ortheziidae) in cítricos: Cultivo, poscosecha e industrialización. Colombia: *Editorial Artes y Letras Sas*, p.173-189.

Legendre, P., & L. Legendre (1998). *Numerical ecology*. Second English edition. Elsevier Science, Amsterdam, the Netherlands.

Oliveira Júnior, F., Farias, P. R. S., Silva, A. G., Rodrigues, K. C. V., & Araújo, F. C. B (2016). Distribuição espacial da Leprose dos citros na Amazônia oriental. *Revista Ciência Agronômica*, volume 47, n.1, p.56-68.

Parra, J. R. P., Oliveira, A. & S. Pinto (2003). *Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos dos citros*. Piracicaba, FEALQ, 140p.

Prevideli, F. D, & Almeida, M. M. Y (2020). Mercado “in natura” do limão Tahiti. *Interface tecnológica - volume 17* n. 1.

Silva, A. G., Farias, P. R. S., Boiça Júnior, A. L., Lima, B. G., Ponte, N. H. T., Pinho, R. C., & Barbosa, R. S (2015). Análise espacial da Mosca-Negra em sistema agroflorestral de citros. *Comunicata scientiae*, volume 6, n.3, p.350-358.

Vieira, S. R., Hatfield, J. L., Nielsen, D. R., & Biggar, J. W (1983). Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, volume.51, p.1-75.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Drielson Davison Silva Gouvêa – 35%

Paulo Roberto Silva Farias – 25%

Arthur Vinícius Ferreira dos Santos – 25%

Wendy Vieira Medeiros – 10%

Anderson Gonçalves da Silva – 5%