

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE POSTURAS E NINFAS DE
Quesada gigas (OLIVIER, 1790) (HEMIPTERA: CICADIDAE)
NA CULTURA DO CAFEEIRO**

Nirécio Aparecido Pereira

Biólogo

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE POSTURAS E NINFAS DE
Quesada gigas (OLIVIER, 1790) (HEMIPTERA: CICADIDAE)
NA CULTURA DO CAFEIRO**

Nirécio Aparecido Pereira

Orientadora: Profa. Dra. Nilza Maria Martinelli

Coorientador: Prof. Dr. José Carlos Barbosa

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2017

Pereira, Nirélcio Aparecido

P436d Distribuição espacial de posturas e ninfas de *Quesada gigas* (Olivier, 1790) (hemiptera:Cicadidae) em cafeeiro. Nirélcio Aparecido Pereira – – Jaboticabal, 2017

v, 44 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017.

Orientador: Nilza Maria Martinelli

Bibliografia

1. Cigarra. 2. *Coffea arábica*. 3. Inseto-praga. Título. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.753:633.73


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE POSTURAS E NINFAS DE *Quesada gigas*
(OLIVIER, 1790) (HEMIPTERA: CICADIDAE) EM CAFEIEIRO

AUTOR: NIRÉLCIO APARECIDO PEREIRA
ORIENTADORA: NILZA MARIA MARTINELLI
COORIENTADOR: JOSÉ CARLOS BARBOSA


Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA
(ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. NILZA MARIA MARTINELLI
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pós Doutoranda ANA LÚCIA BENFATTI GONZALEZ PERONTI
Departamento de Fitossanidade / FCAV/UNESP - Jaboticabal


Profa. Dra. MARILIA GREGOLIN COSTA DE CASTRO
UNIFEB / Barretos, SP


Pesquisadora Dra. ANA CAROLINA PIRES VEIGA
Fundo de Defesa da Citricultura / Araraquara, SP


Prof. Dr. SERGIO ANTONIO DE BORTOLI
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 02 de fevereiro de 2017.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

NIRÉLCIO APARECIDO PEREIRA – Nascido em Pontal-SP, em 27 de julho de 1983. Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Barão de Mauá de Ribeirão Preto, SP (2005). No período da graduação realizou estágios nos Laboratórios no Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia de Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) e Departamento de Fitossanidade na FCAV/UNESP-Jaboticabal. Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Jaboticabal, SP (2013) sendo bolsista de doutorado na mesma área, pela mesma instituição. Durante o período do mestrado e doutorado participou de eventos científicos com a apresentação de resumos simples e resumos expandidos. Ainda, durante o referido período participou de congressos e cursos especializados na área de Entomologia. Tem experiência na área de Entomologia Agrícola, com ênfase em Fitossanidade, atuando principalmente nos seguintes temas: morfologia de insetos, geoestatística e manejo integrado de pragas.

—Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente. Quem sobrevive é o mais disposto à mudança (Charles Darwin).

DEDICO

Aos meus pais José Constantino Pereira e Lourdes de Oliveira Pereira pelo incentivo, compreensão, amor incondicional, durante toda a minha trajetória acadêmica.

A minha sobrinha Maria Eduarda Oliveira Pereira Rodrigues, pela amizade e pelos bons momentos de alegria.

OFEREÇO

A Prof^a. Dr^a. Nilza Maria Martinelli, minha estimada orientadora, pelo apoio e confiança sempre dispensados, pelo conhecimento dividido no dia-a-dia, pela proximidade e amizade cultivadas, neste período tão importante da minha vida acadêmica na UNESP-Câmpus de Jaboticabal.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter concedido a coisa mais importante dos seres humanos na terra que é a vida.

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

A minha querida orientadora e amiga, Profa. Nilza Maria Martinelli. Por todo carinho, preocupação, oportunidades, amizade, inúmeros conselhos e principalmente paciência. Obrigado e gratidão por tudo!

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa pela co-orientação, pelos conhecimentos fornecidos, pelas palavras de incentivo, amizade e paciência durante a condução deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Entomologia Agrícola) da FCAV/Unesp, Dra. Nilza Maria Martinelli, Dr. Antônio Carlos Busoli, Dr. Nelson Wanderley Peroto, Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior, Dr. Francisco Jorge Cividanes, Dr. Júlio Cesar Galli, Dr. Odair Aparecido Fernandes, Dr. Marcelo da Costa Ferreira, Dr. Jaime Maia dos Santos, Dr. Sergio Antonio De Bortoli, Dr. Ricardo Antonio Polanczyk, Dr. Daniel Júnior de Andrade, Dr. Raphael de Campos Castilho, Dr. Guilherme Duarte Rossi e Dr. Sérgio de Freitas (*in memoriam*);

Aos funcionários e amigos do Departamento de Fitossanidade e especialmente ao Gilson José Leite, Dionizio Celso de Figueiredo Neto e Jurandir de Oliveira que desde a coleta de material até as análises no departamento, disponibilizaram seu tempo para me ajudar, sempre de bom humor e tornando o ambiente mais alegre.

Ao meu amigo Samuel de Andrade Carvalho, que me ajudou muito no desenvolvimento do trabalho, me aconselhando e trazendo boas ideias.

Ao proprietário da Fazenda São Judas Thadeu pela disponibilização da área experimental e por conceder total atenção desde a proposta até o término do experimento em seus cafezais.

E, finalmente, porém não menos importante, aos contribuintes brasileiros cujos impostos sustentam, além de outras instituições, nossas universidades públicas e órgãos de fomento à pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	v
1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	4
2.1. Cultura do café	4
2.2. Cigarras (Hemiptera: Cicadidae)	5
2.3. Danos ao cafeeiro por <i>Quesada gigas</i>	6
2.4. Distribuição espacial de insetos-praga	7
2.5. Geoestatística e suas aplicações	9
2.6. Análise geoestatística de dados	10
2.7. Análise Semivariográfica e Interpolação por Krigagem	11
3. Material e Métodos	13
3.1. Área experimental.....	13
3.2. Delineamento experimental	14
3.3. Amostragem de posturas e ninfas de <i>Quesada gigas</i>	15
3.4. Análise dos dados	16
3.4.1. Índices de dispersão	16
3.4.2. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial de frequência	18
3.5. Análise geoestatística.....	20
3.6. Ajuste de Semivariogramas	20
4. Resultados e discussão	21
4.1. Distribuição espacial de posturas de <i>Quesada gigas</i>	21
4.2. Distribuição espacial de ninfas de <i>Quesada gigas</i>	25
4.3. Análise geoestatística de posturas e ninfas de <i>Quesada gigas</i>	28
5. Conclusão	33
6. Implicações.....	34
7. Referências	35

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE POSTURA E NINFAS DE *Quesada gigas* (OLIVIER, 1790) (HEMIPTERA: CICADIDAE) NA CULTURA DO CAFEIEIRO

RESUMO - A cigarra da espécie *Quesada gigas* é considerada praga-chave na cultura do café, principalmente nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Atualmente, essa espécie de cigarra é a principal e a mais prejudicial ao cafeeiro. O objetivo trabalho foi determinar a distribuição espacial de posturas e ninfas de *Q. gigas* em três talhões de café com histórico de infestação. O experimento foi realizado utilizando as cultivares Mundo Novo, Icatu 2939 e Icatu 2944, com idades de trinta, dezessete e quinze anos, respectivamente, pertencente à Fazenda São Judas Thadeu, localizada no município de São Sebastião do Paraíso-MG. O espaçamento entre as plantas foi de 4,0 x 1,0 m entrelinhas e na linha respectivamente, totalizando cada talhão 10.000 m². Os talhões foram divididos em 100 parcelas de 10 x 10 m, e uma planta por parcela foi marcada com o auxílio de GPS (Global Positioning System). Foram coletados quinzenalmente três ramos secos do terço superior da planta marcada com aproximadamente 20 cm, totalizando 300 ramos por talhão, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2014 e outubro e novembro de 2015. Esses ramos para a avaliação foram acondicionados em saco de papel e levados ao Departamento de Fitossanidade da UNESP/FCAV. Para o estudo de ninfas foi realizado através da abertura de trincheiras realizadas no período de dezembro de 2015. A abertura de trincheira com dimensões de 0,50 x 0,50 x 0,50m, foram realizadas a partir da base do tronco e as ninfas coletadas foram acondicionadas em recipientes de vidro com solução em álcool 70% para posterior contagem. A identificação dos ínstares ninfais foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópio. Para análise dos dados, foram calculadas os índices de dispersão pelo programa Excel® e a análise geoestatística pelo programa computacional ArcGIS 9.3 e o software Surfer 7.0 para Windows. Os resultados mostraram que os índices calculados foram agregados no campo e o uso da geoestatística permitiu mapear a distribuição de *Q. gigas*.

Palavras-chave: cigarra, *Coffea arabica*, amostragem, índices de dispersão, inseto-praga, semivariograma

**DISTRIBUTION OF LAYING AND NYMPHS *Quesada gigas*
(OLIVIER, 1790) (HEMIPTERA: CICADIDAE) IN COFFEE CROP**

ABSTRACT - The *Quesada gigas* cicada is considered a key pest in coffee growing, mainly in the States of São Paulo and Minas Gerais. Currently, these cicadas are the main and most damaging species to coffee and mainly infest the planting of these two States. The objective was to characterize the spatial distribution of *Q. gigas* postures and nymphs in the coffee crop. The experiment was carried out using the cultivars Mundo Novo, Icatu 2939 and Icatu 2944, aged thirty, seventeen and fifteen, respectively, belonging to Fazenda São Judas Thadeu, located in the municipality of São Sebastião do Paraíso-MG. The spacing between the plants was 4.0 x 1.0 m between lines and in the line respectively, totalizing each field 10,000 m². The plots were divided into 100 plots of 10 x 10 m, and one plot per plot was marked with the aid of GPS (Global Positioning System). Three dry branches were collected biweekly from the upper third of the plant with approximately 20 cm, totaling 300 branches per plot, between October, November, and December 2014 and in the year 2015. These branches were packed in paper bags and taken To the Phytosanitary Department of FCAV / UNESP. For the study of nymphs was carried out through the opening of trenches held in the period of December 2015. The trench opening with dimensions of 0.50 x 0.50 x 0.50m, were carried out from the base of the trunk and the nymphs Were collected in glass containers with 70% alcohol solution for later counting. The identification of the nymphal instars was performed with the aid of a stereomicroscope. For the analysis of the data, the dispersion indexes were calculated by the Excel® program and the geostatistical analysis by the ArcGIS 9.3 software program and the Surfer 7.0 software for Windows. The results showed that the calculated indexes were aggregated in the field and the use of geostatistics allowed mapping of the distribution of *Q. gigas*.

Keywords: cicada, *Coffea arabica*, sampling, dispersion index, insect pest, semivariogram

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Representação esquemática indicando a localização dos pontos por unidades amostrais..... 15

Figura 2. Semivariogramas ajustados ao modelo esférico do número de posturas de *Quesada gigas*, amostrados no período 16/10/2014 a 02/12/2014, e outubro de 2015, São Sebastião do Paraíso, MG. A = Postura em 16/10/2014 (Café Mundo Novo), B = Postura em 04/11/2014 (Mundo Novo), C = Postura em 18/11/2014 (Icatu 2944), D = Postura em 02/12/2014 (Icatu 2944), E = Postura em 1/10/2015 (Icatu 2939), F = Postura em 28/10/2015 (Icatu 2939)..... 29

Figura 3. Mapas de Krigagem mostrando a distribuição de ovos de *Quesada gigas* (A, C e E), amostrados no período de outubro de 2014 – dezembro de 2015 e ninfas (B, D e F) amostrados em dezembro 2015 em café, São Sebastião do Paraíso, MG. O aumento da intensidade da cor corresponde à maior densidade de ovos e ninfas..... 32

LISTA DE TABELAS

Página

- Tabela 1.** Médias, variâncias e índices de dispersão para ocorrência de postura de *Quesada gigas* na cultivares de café: Mundo Novo (A), Icatu 2944 (B) e Icatu 2939 (C). São Sebastião do Paraíso, MG. 2014/2015..... 22
- Tabela 2.** Resultados do teste qui-quadrado (X^2) para ajuste das distribuições de Poisson e Binomial Negativa, aos dados do número médio de posturas de *Q. gigas* nas cultivares, Mundo Novo (A) e Icatu 2939(B) e Icatu2944 (C). São Sebastião do Paraiso, MG, 2015 24
- Tabela 3.** Médias, variâncias e índices de dispersão para ocorrência de ninfas de *Quesada gigas* cultivares de café: Mundo Novo (A), Icatu 2944(B) e Icatu 2939 (C). São Sebastião do Paraíso, MG. 2015 26
- Tabela 4.** Resultado da análise Poisson e Binomial negativa para ocorrência de ninfas de *Quesada gigas* cultivares de café: Mundo Novo (A), Icatu 2944 (B) e Icatu 2939 (C). São Sebastião do Paraíso, MG. 2015..... 27

1. Introdução

O café pertence ao gênero *Coffea* que possui duas espécies mais importantes no mundo, *Coffea arábica* (café arábica) e *Coffea canephora*, (café conilon) (DAMATTA; RAMALHO, 2007; FERRÃO et al., 2007). Segundo o levantamento da Safra de Café de 2016, apontam que a produção brasileira de café arábica e conilon foram ser de 49,67 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado, em área de 1,94 milhão de hectares. Dentre os estados produtores destacam-se Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo. Além desses Estados, o café também é cultivado na Bahia, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Rio de Janeiro e Rondônia (CONAB, 2016).

Os plantios extensos e homogêneos desta cultura apresentam problemas com insetos-praga, dentre os quais se destacam o: bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*)(Lepidoptera:Lyonetiidae) (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842), a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) (Coleoptera: Scolytidae) (Ferrari, 1867) e o ácaro-vermelho (*Oligonychus ilicis*) (Acari: Tetranychidae) (McGregor, 1917) e as cigarras (Hemiptera: Cicadidae) (MOURA et al., 2007).

Dentre as cigarras encontradas na cultura do café as espécies *Quesada gigas* (Olivier, 1790), *Quesada sodalis* (Walker, 1850), *Fidicina mannifera* (Fabricius, 1803), *Fidicina pullata* (Berg, 1879), *Fidicinoides pronoe* (Walker, 1850), *Fidicinoides paulienses* Boulard & Martinelli, 1996, *Fidicinoides sarutaienses* Santos, Martinelli & Maccagnan, 2010, *Dorisiana drewseni* (Stal, 1854), *Dorisiana viridis* (Olivier, 1790), *Dorisiana viridifemur* (Walker, 1850), *Carineta fasciculata* (Germar, 1821), *Carineta matura* (Distant, 1892), *Carineta spoliata* (Walker, 1858) (MARTINELLI, 2004; SANTOS; MARTINELLI, 2007; SANTOS et al., 2010).

No Brasil, a espécie de cigarra de maior importância na cultura do café é *Quesada gigas* (Olivier, 1790) (Hemiptera: Cicadidae), representando 87% da população de cigarras nos campos produtores, sendo a espécie mais prejudicial e de maior disseminação (SOUZA; REIS; MELLES, 1983). Esta espécie de cigarra é amplamente distribuída, sendo encontrada na América do Norte, Antilhas e América do Sul (METCALF, 1963) e na América Central (YOUNG, 1976; 1980; 1981; SANBORN, 2006). Os danos ocasionados pela *Q. gigas* são mais visíveis no período seco do ano e dependem da quantidade de ninfas que sugam as raízes dos

cafeeiros. Os cafeeiros atacados pelas cigarras não respondem aos tratamentos culturais normais e resultam em floradas insignificantes implicando, conseqüentemente, na queda da produção.

De acordo com Maccagnan e Martinelli (2004) e Kubota (2013), *Q. gigas* apresenta cinco estádios ninfais (ínstares) e a duração é de aproximadamente um ano e nove meses. A emergência dos adultos está concentrada no período entre a segunda quinzena de setembro até a primeira quinzena de dezembro, período em que também acontecem o acasalamento e a postura (MACCAGNAN, 2008).

A postura de *Q. gigas* é endofítica, ou seja, as fêmeas perfuram os ramos das plantas, utilizando o ovipositor, que é bastante forte, depositando os ovos nessa cavidade (OSBORN; METCALF, 1920). As fêmeas têm preferência em realizar a postura na parte mais alta das plantas, em ramos secos com média de 2,5 mm de diâmetro (DECARO JUNIOR et al., 2012).

O controle de *Q. gigas* nos cafezais ainda é muito difícil e a forma de controle mais eficiente disponível no momento é a aplicação de inseticidas sistêmicos no solo para controle das fases imaturas (ninfas), atividade que eleva os custos de produção e aumenta os riscos de contaminação a organismos não-alvo e ao meio ambiente (REIS; SOUZA; VENZON, 2002). Por outro lado, as formas de como as cigarras se distribuem nos cafezais pode ser um parâmetro relevante para auxiliar na tomada de decisão do local e momento propício para o controle. Desta forma, podendo aumentar a eficiência no programa de manejo integrado de pragas, minimizando custos com defensivos e danos ao meio ambiente (KUSS; ROGGIA, 2009).

Como apresentado por Silveira Neto et al. (1976), a distribuição de uma população de insetos em campo pode ser agregada, uniforme ou ao acaso, de acordo com base na média, variância e distribuição de frequência de acordo com os vários índices estatísticos tais como a razão variância/média e índice de Morisita. Segundo Leibhold et al. (1993) e Ellsbeury et al. (1998), tais índices fornecem subsídios para classificar uma população quanto à sua forma de distribuição. Porém, por desconsiderar a localização espacial dos pontos de amostragem, não permitem diferenciar padrões espaciais distintos. Além disso, são altamente dependentes do tamanho da amostra.

Quando os insetos se distribuem em campo de maneira não aleatória, há dependência espacial entre os pontos amostrados e, nesse caso, a geoestatística é a ferramenta mais adequada para estudar as populações, pois permite quantificar a dependência espacial entre amostras coletadas em campo e utilizar essa dependência para construção de mapas (LEIBHOLD et al., 1993; ROBERTS et al., 1993). A ferramenta básica da geoestatística é o semivariograma, que relaciona a distância entre pares de amostras com a semivariância estatística (variação entre os pares), para todos os pares possíveis a cada distância sugerida (ELLSBEURY et al., 1998).

Desta forma, o presente estudo teve por objetivo determinar a distribuição espacial de posturas e ninfas de *Q. gigas* em três talhões de café com histórico de infestação.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Cultura do café

O café é originário das terras quentes no nordeste da África, região de Kafa, no interior da Etiópia, país de clima árido-tropical, onde o café até hoje faz parte da vegetação natural. Na África os etíopes iniciaram seu consumo, mas coube aos árabes o domínio inicial da técnica de plantio e preparação do produto, assim que levado através do Mar Vermelho para a vizinha Península Arábica (MARTINS, 2012).

No Brasil, foi introduzido em 1727, trazido da Guiana Francesa. Inicialmente foi cultivado em Belém, Pará, de onde foram levados para o Maranhão e demais Estados vizinhos. O café se difundiu a partir daí para o sul, alcançando o Rio de Janeiro em 1774 e, em seguida, São Paulo e Minas Gerais (MATIELLO, 1991).

O café (*Coffea* spp.) é um arbusto da família Rubiaceae e do gênero *Coffea*, da qual se conhecem 103 espécies. Destas, se colhem as sementes, com as quais se prepara a bebida estimulante conhecida como café. O cafeeiro é largamente cultivado em países tropicais, tanto para consumo próprio como para exportação para países de clima temperado. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, seguido pelo Vietnã e Colômbia. (CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2016).

As principais espécies produzidas no Brasil são: *Coffea arábica*, também conhecida por "café-arábica" e *Coffea canephora*, conhecida como "café-robusta" ou "conilon", que difere da espécie anterior por ser um arbusto ou pequena árvore. (CHARRIER, 1978; FAZUOLI, 1986; SAKIYAMA et al., 1999).

As plantas da espécie arábica foram encontradas inicialmente nos altiplanos da Etiópia, e tem como característica genética a presença de 44 cromossomos, o que a torna virtualmente uma planta com maiores requintes do que a canephora, que possui 22 cromossomos, e é originário das planícies do Leste Africano. Assim, há para as variedades arábica a necessidade de estar em ambiente com temperaturas mais amenas, fator que influencia diretamente no seu desempenho metabólico e que, por conseguinte, tem forte impacto no processo de maturação e caracterização sensorial (CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2016).

Assim como acontece com a produção mundial, o café arábica corresponde a mais de 70% da produção brasileira. A exportação brasileira em outubro foi 3,224 milhões de sacas de 60 kg, e como os principais destinos Estados Unidos, Alemanha, Itália e Japão (CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2016).

As análises constantes do Informe do Mapa (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) tendo como referência o Segundo Levantamento da Safra de Café de 2016, da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab apontam que a produção brasileira de café arábica e conilon deverão ser de 49,67 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado, com produtividade de 25,58 sacas por hectare, em uma área de 1,94 milhão de hectares.

2.2. Cigarras (Hemiptera: Cicadidae)

As cigarras são insetos robustos, com 35 a 55 mm de comprimento, comumente encontrados nos trópicos e subtropicais. O desenvolvimento é hemimetabólico, ou seja, apresenta as fases de ovo, ninfa móvel, ninfa imóvel e adulto (LAWRENCE, 1995; GULLAN; CRANSTON, 2005). São caracterizadas por possuir um complexo órgão para a produção e recepção do som (CARVER; GROSS; WOODWARD, 1991).

São insetos que pertencem à ordem Hemiptera, superfamília Cicadoidea sendo esta dividida em família Tettigarctidae e na família Cicadidae, que está dividida nas subfamílias Cicadinae, Cicadettinae e Tettigadinae. Existem mais de 1.500 espécies conhecidas, mas pouco se sabe sobre a distribuição, em especial das espécies neotropicais (MOULDS, 2005).

A vida adulta das cigarras pode durar de poucas semanas até dois a três meses, já sua fase ninfal, que é subterrânea, tem longa duração (BOULARD, 1965). Espécies de cigarras do gênero *Magicicada* spp., por exemplo, possui um desenvolvimento antes de atingir a vida adulta que pode chegar de treze a dezessete anos. (WILLIAMS; SIMON, 1995).

Muitas espécies são consideradas pragas em diversas culturas no mundo, devido à sucção contínua de seiva do xilema nas raízes como, por exemplo, *Mogannia minuta* Matsumura, 1907 em cana-de açúcar, no Japão (HAYASHI, 1976),

F. mannifera (Fabricius, 1803) em erva-mate na Argentina (PACHAS, 1966), espécies periódicas do gênero (*Magivicada* spp.) que são consideradas pragas na cultura da maçã e em algumas plantas de valor ornamental e florestal nos Estados Unidos (WHITE; STREHL, 1978; WHITE; LLOYD, 1979), e também *Q. gigas* (Olivier, 1790) e *F. pronoe* (Walker, 1850), que já foram encontradas sugando raízes de café em Cuzco no Peru (ESCALANTE, 1974).

No Brasil, *Q. gigas* é a espécie de cigarra de maior importância na cultura do café, representando na maioria das vezes 87% da população de cigarras nos campos produtores (SOUZA; REIS; MELLES, 1983). Os adultos emergem entre os meses de setembro e novembro, na transição do período seco e chuvoso, para reprodução e acasalamento (MACCAGNAN, 2008). Após a cópula, as fêmeas depositam seus ovos no interior dos ramos secos. As ninfas recém-eclodidas tem comportamento geotrópico positivo, aprofundando-se no solo a procura das raízes da planta hospedeira (BEAMER, 1928).

2.3. Danos ao cafeeiro por *Quesada gigas*

A sucção contínua de seiva causa o depauperamento das plantas, que se manifesta na parte aérea das mesmas pelo definhamento, clorose e queda precoce das folhas apicais dos ramos. (SOUZA; REIS; SILVA, 2007).

Os sintomas nas plantas são sempre mais acentuados nas épocas de déficit hídrico. As consequências finais do ataque resultam em quebra da produção, e mesmo perda total da lavoura se a praga não for controlada a tempo (SOUZA; REIS; SILVA, 2007).

Souza et al. (2007), consideram que o cafeeiro tolera até 35 ninfas de *Q. gigas* sem apresentar queda representativa na produtividade, sendo que esse número pode ser adotado como nível de controle. Assim, o método do monitoramento indicado é feito visando à contagem do número de ninfas presentes na raiz. Para isso, ainda segundo esses autores, é recomendada a escolha aleatória de 10 plantas, sendo que elas deverão estar espalhadas de forma representativa no talhão. Nessas, são abertas trincheiras na base de um dos lados do cafeeiro, referente à projeção da copa no solo. Atenção especial deve ser dada à região da

raiz principal. As ninfas coletadas deverão ser contadas e, multiplicado por dois. Dessa forma, se o número de ninfas multiplicado por dois for igual ou superior a 35 ninfas por planta de café amostrada, é recomendada a intervenção pelo controle químico. Essa forma de monitoramento deverá ser realizada antes do início da revoadada, que para *Q. giga* é no mês de setembro. Outra forma de evidenciar a infestação é através da constatação de orifícios de saída de cigarras no solo, na base do cafeeiro, com as exúvias fixadas na planta e a presença de adultos na área, notados visualmente ou através da audição de seu canto.

2.4. Distribuição espacial de insetos-praga

Em um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP), a amostragem é um procedimento básico e indispensável, sendo importante para o conhecimento do momento em que se deve iniciar a aplicação de métodos de controle (GUEDES et al., 2006).

A amostragem deve ser baseada nas características da distribuição espacial do inseto-praga, no seu ciclo de vida e no seu comportamento reprodutivo e alimentar, sendo assim, em função desta necessidade, não há um método de amostragem universal para a avaliação dos insetos (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Um plano de amostragem racional visa reduzir o custo de produção em função de aplicações de inseticidas desnecessárias. A praticidade de um programa de amostragem está baseada no equilíbrio entre a confiança estatística, nos níveis de precisão e nas restrições práticas de sua aplicação, principalmente relacionadas ao tempo e a viabilidade econômica (RÉGNIÈRE; BOULET; TURGEON, 1988).

Neste contexto, o conhecimento da distribuição espacial da praga na área é fundamental para definir um plano de amostragem (BARBOSA; PERECIN, 1982). Para a descrição das formas de distribuição de uma população, utilizam-se os índices de dispersão e as distribuições de frequências.

O uso dos índices de dispersão ou agregação, apesar de não descreverem matematicamente a distribuição da população estudada (ELLIOTT et al., 1990), fornecem uma idéia bastante aproximada dessa realidade. A confirmação do tipo de

distribuição do inseto na área ocorre apenas com o conhecimento dos modelos probabilísticos que descrevem as distribuições de frequência dos números de indivíduos da praga estudada em cada cultura (BARBOSA, 1992).

Os tipos de distribuição espacial de pragas nas áreas de cultivo podem ser: regular (uniforme), onde a ocorrência de um indivíduo limita a ocorrência de indivíduos na mesma unidade, ao acaso (aleatória), neste tipo todos os pontos em um espaço têm a mesma probabilidade de serem ocupados por um inseto, e a presença de um indivíduo não altera a posição de outro, e em reboleiras (agregada ou contagiosa), quando a presença de um indivíduo aumenta a probabilidade de encontrar outro na mesma unidade de amostragem (ELLIOTT, 1979; RABINOVICH, 1980; PERECIN; BARBOSA, 1992).

Os modelos probabilísticos que descrevem a distribuição regular (uniforme), ao acaso (aleatória) e em reboleiras (agregada ou contagiosa) são denominadas binomial positiva, Poisson e binomial negativa, respectivamente (PERECIN; BARBOSA, 1992).

De acordo com Rabinovich (1980), a disposição ao acaso não ocorre com frequência na natureza, pois a hipótese de que todos os pontos têm a mesma probabilidade de serem ocupados, implica que todos os pontos tenham condições idênticas de habitat, e a presença de um indivíduo não altera a posição de outro, implica numa falta de interação entre os indivíduos, o que normalmente não acontece. Ainda segundo o mesmo autor, a disposição regular decorre de uma interação negativa entre os indivíduos, que ocorre quando há uma competição entre os indivíduos de uma população por um determinado recurso.

Em relação à disposição agregada, o espaço apresenta condições heterogêneas ou descontínuas, onde há certos pontos que as condições e fatores que afetam a sobrevivência são mais favoráveis que outros. Mas ainda a agregação pode ocorrer simplesmente por haver um conjunto de insetos agrupados para o período de hibernação, para consumir alimentos ou até mesmo para fins reprodutivos (RABINOVICH, 1980).

O padrão de amostragem de distribuição espacial dos indivíduos de uma população (cigarras) é importante no estudo do comportamento e na elaboração de pontos de amostragem. Em populações e em agroecossistemas naturais muitos

indivíduos estão especialmente relacionados um com o outro de maneira recíproca e dois indivíduos podem estar próximos entre si que os demais. Qualquer mecanismo que promova a formação de grupos tende a aumentar a dependência espacial (ISAAKS; SRIVASTAVA, 1989). E quando há um padrão de dependência espacial entre as observações, a geoestatística é a mais indicada para analisar os dados.

2.5. Geoestatística e suas aplicações

A geoestatística é definida como um conjunto de procedimentos estatísticos aplicados a problemas, onde os dados são referenciados espacialmente. Assim, as observações apresentam características de acordo com a posição e não somente com relação aos valores que assumem. Portanto, observações mais próximas geograficamente apresentam a tendência de valores mais parecidos (KRIGE, 1951).

Freitas (2000) cita que a variabilidade espacial de propriedades do solo é ainda a grande área de aplicação da geoestatística e que esta vem crescendo atualmente, pois têm sido aplicadas em vários campos do conhecimento como análise espacial da distribuição das cigarras (SOARES et. al., 2008), plantas daninhas (SHIRATSUCHI, 2001), precipitação pluviométrica (CARVALHO; ASSAD 2005) e sucesso da inuência de condição e predação da casca de besouros (GILBERTE; GRÉGOIRE, 2003). A utilização da geoestatística permite identificar existência ou não de dependência espacial entre as observações, podendo ser aplicada em mapeamentos, orientação de futuras amostragens e modelagens, permitindo, assim, estimar o valor do atributo em locais não amostrados, facilitando a gestão dos recursos naturais, especialmente em bacias hidrográficas representativas (GOMES et. al., 2007).

A base de estudo da geoestatística é a variabilidade espacial de fenômenos naturais. Para realizar este estudo, deve ser considerada a dependência espacial entre as amostras e a localização geográfica das mesmas (CÂMARA; MEDEIROS, 1998). Entre os instrumentos geoestatísticos, o semivariograma é uma das principais abordagens empregadas para estudo espacial de propriedades do solo (BURGESS; WEBSTER, 1980).

Existem muitos trabalhos nas áreas de geoestatística para a área da mineração, mas pouco tem se adaptado para outras áreas, como nematologia e entomologia. A distribuição de nematoides foi descrita agregada e, portanto com dependência dos dados. (WALLACE; HAWKINS, 1994). Por isto, usa-se a teoria das variáveis regionalizadas para analisar dados de fitonematoides com conceitos de geoestatística como modelagem variográfica e Krigagem.

Na entomologia, a avaliação do dano e a distribuição espacial utilizam geoestatística como ferramenta útil e segura para análise dos dados de espécies de insetos.

2.6. Análise geoestatística de dados

A geoestatística é uma divisão da estatística que alia o conceito de variáveis aleatórias com o conceito de variáveis regionalizadas, gerando assim um conceito de funções aleatórias. Seu uso começou a ser difundido nas décadas de 60 e 70 pelas empresas mineradoras, e no final dos anos 80 pela indústria de petróleo. Segundo Olea (1991) a geoestatística pode ser definida como o —estudo de fenômenos que variam no espaço. Para a análise desse conceito muitas vezes se faz necessário à utilização de pacotes computacionais. Diferente da estatística clássica, a geoestatística permite separar a variabilidade explicada pela relação existente entre amostras e a variabilidade casual.

Uma importante utilização desta ferramenta matemática é a possibilidade da diminuição do número de amostras necessárias para descrever as características locais geológicas. Sua aplicação pode reduzir custos relacionados aos estudos preliminares de regiões mantendo a precisão das estimativas realizadas (VIEIRA et al., 1983).

De acordo com Isaaks (1989) o sucesso de qualquer método geoestatístico depende da confiabilidade dos dados. A natureza não apresenta variáveis com um padrão de distribuição usual da estatística clássica, tais como: a normalidade e a independência dos dados. A estatística clássica apresenta modelos geralmente relacionados à verificação da distribuição de frequência dos dados; enquanto a geoestatística relaciona a interpretação da distribuição estatística, bem como a

correlação espacial das amostras. Com isso a geoestatística associa a distribuição estatística dos dados no espaço, ferramenta de extrema importância para análise de dados geotécnicos.

Quando se pretende criar uma superfície contínua de informação a partir de uma série de pontos isolados de amostragem, torna-se necessária a interpolação, isto é, o cálculo de valores para locais não amostrados dentro da região da amostragem (BURROUGH; MCDONNELL, 1997). Quando a variação do atributo ocorre de forma contínua é possível criar um modelo matemático para estimar uma superfície contínua de valores. Se, é possível estabelecer a existência de dependência espacial entre as amostras, pode-se utilizar o método de interpolação geoestatístico, mais conhecido como krigagem. A verificação de que se trata de um fenômeno contínuo de variação, ou seja, de uma superfície contínua de variação, é fundamental para que os princípios da geoestatística sejam aplicáveis (ISAACS; SRIVASTAVA, 1989). Desde que a continuidade espacial possa ser detectada pela existência de semivariância crescente com a distância entre pares de amostras, então, poder-se-á interpolar valores para qualquer espaçamento menor do que o amostrado, sem viés e com variância mínima, usando a krigagem. Com os valores interpolados, é possível construir mapas para a região em estudo com confiança conhecida. A krigagem, no entanto, não deve ser utilizada para calcular valores de pontos externos à área amostrada, servindo apenas para a interpolação (VIEIRA, 2000).

2.7. Análise Semivariográfica e Interpolação por Krigagem

O semivariograma pode ser interpretado como uma técnica estatística usada na verificação da presença de dependência espacial entre pontos amostrais georreferenciados, representado por um gráfico da função semivariância versus a sua distância. A distância máxima para qual a semivariância é estimada, é chamada Cut-off. Os pontos que estão posicionados, além desta distância máxima, são considerados não influentes (ISAACS; SRIVASTAVA, 1989).

Segundo, Guerra, 1988, há três tipos de semivariograma: (i) semivariograma verdadeiro: apresenta a dependência real que é desconhecida; (ii) semivariograma

experimental: é obtido por meio dos pontos amostrais e (iii) semivariograma teórico: é o semivariograma ajustado mediante um modelo teórico ao semivariograma experimental.

A função semivariância (h) é uma importante estatística utilizada para a construção do semivariograma experimental e é definida pela Equação:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E[Z(s) - Z(s+h)]^2 \quad (2.1)$$

onde:

h representa cada distância considerada entre quaisquer dois pontos;

$Z(s)$ é o valor da variável Z medida em um local representado por s ;

$Z(s + h)$ é o valor da variável Z medida em um local distanciado de s por uma distância h ; s é a posição amostral.

Estimar uma função de semivariância significa estimar convenientemente os parâmetros de um modelo teórico. Os estimadores mais conhecidos para a função semivariância (h) são Estimador Clássico de Matheron (MATHERON, 1963), o Estimador de Cressie e Hawkins (CRESSIE; HAWKINS, 1980) e o Estimador de Semivariância Relativa Pairwise (SRIVASTAVA; PARKER 1989).

Para (RIBEIRO JÚNIOR, 1995), o estimador de Matheron é um estimador não viciado para (h) quando a função Z é um processo estocástico intrinsecamente estacionário, mas é pouco resistente e muito afetado por observações atípicas (outliers). Nestes casos surge a necessidade de um estimador robusto, que não seja afetado por valores discrepantes que não podem ser eliminados ou substituídos como é o caso do Estimador de Cressie e Hawkins.

Cressie e Hawkins é adequado em casos onde são simuladas distribuições assimétricas, pois fornece uma estimativa robusta e estável do semivariograma.

Já o Estimador de Semivariância Relativa Pairwise (SRIVASTAVA; PARKER 1989), caracterizase por diminuir o efeito de dados discrepantes, porém apresenta a desvantagem da soma dos valores da variável Z nos pontos de coordenadas s e $(s + h)$ não poder ser nula. Além disso, quando a média se aproxima de zero, podem ocorrer semivariogramas com —saltos nas semivariâncias (ISAACS; SRIVASTAVA 1989).

A krigagem é uma técnica eficiente de interpolação que permite estimar valores em locais onde observações não foram extraídas, fazendo com que a estimação seja realizada com base no conjunto de pontos onde os atributos foram medidos (MATOS, 2003).

Este método considera que os pontos amostrados mais próximos possuem uma influência maior que os pontos mais distantes, atribuindo pesos baseados na distância entre os vizinhos, o ponto estimado e também na distância entre estes pontos (CRESSIE, 1993).

O termo krigagem é derivado do nome Daniel G. Krige (KRIGE, 1951), que foi o pioneiro a introduzir o uso de médias móveis para evitar a superestimação sistemática de reservas de mineração. Inicialmente o método de krigagem foi desenvolvido para solucionar problemas de mapeamentos geológicos, mas seu uso expandiu-se com sucesso no mapeamento de solos (BURGESS; WEBSTER, 1980), mapeamento hidrológico (KITANIDIS; VOMVORIS, 1983) e mapeamento atmosférico (LAJAUNIE, 1984).

A diferença entre a krigagem e os outros métodos de interpolação é a forma como os pesos são atribuídos às diferentes amostras. No caso de interpolação linear simples, por exemplo, os pesos são todos iguais à $1/N$, enquanto que na interpolação baseada no inverso do quadrado das distâncias, os pesos são definidos como o inverso do quadrado da distância que separa o valor interpolado dos valores observados.

3. Material e Métodos

3.1. Área experimental

O experimento foi realizado na área pertencente à Fazenda São Judas Thadeu, localizada no município de São Sebastião do Paraíso, ($20^{\circ}57'21.93''S$; $47^{\circ}4'37.57''O$) em Minas Gerais.

Para observação das posturas, coletas de ramos secos foram realizadas em outubro, novembro e dezembro de 2014 e outubro e novembro de 2015 em três

talhões com plantas de café, das cultivares Mundo Novo, Icatu 2939 e Icatu 2944, com idades de trinta, dezessete e quinze anos, respectivamente.

Em relação as ninfas, foram realizadas a abertura de trincheiras nos mesmos talhões durante o mês de dezembro de 2015, realizando posteriormente a contagem e identificação das mesmas em laboratório.

3.2. Delineamento experimental

O espaçamento entre as plantas de café era de 4,0 x 1,0 m na entrelinha e linhas respectivamente, totalizando para cada área um total de 10.000 m², subdivididos em 100 unidades amostrais de 10 x 10m, onde uma planta por parcela foi marcada com o auxílio de GPS (Global Positioning System) (Figura 1). Durante o experimento não foi realizado nenhum tratamento fitossanitário. Para realização da distribuição espacial, foram realizadas coletas quinzenais de ramos secos no terço superior de cada planta, nos meses de outubro (16/10/2014), novembro (4 e 18/11/2014) e dezembro (2, 18 e 29/12/2014) e no ano de 2015, nos meses de outubro (1, 15 e 28/10/2015) e novembro (12/11/2015 e 24/11/2015).

Para coleta de ninfas, foram realizadas a abertura de trincheiras em cada unidade amostral durante o mês de dezembro de 2015.

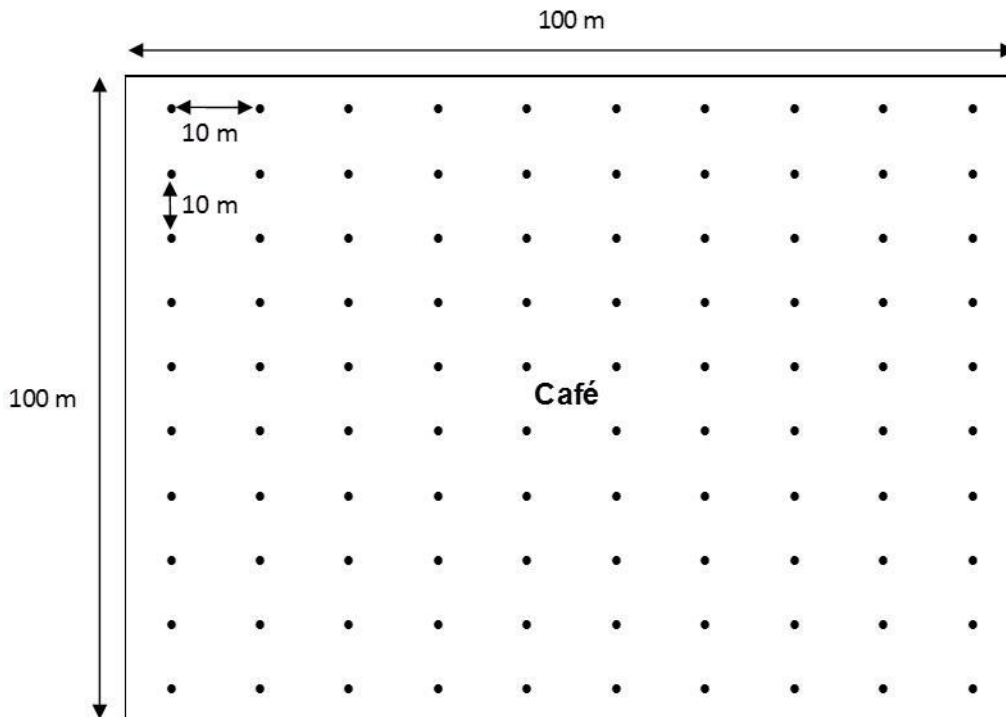


Figura 1. Representação esquemática indicando a localização dos pontos por unidades amostrais.

3.3. Amostragem de posturas e ninfas de *Quesada gigas*

Foram coletados em cada planta por parcela, três ramos secos do terço superior da planta com aproximadamente 20 cm, totalizando 300 ramos por talhão. Esses ramos foram acondicionados em saco de papel e levados ao Laboratório de Entomologia da FCAV/ UNESP. Cada ramo foi seccionado longitudinalmente, com o auxílio de um estilete, para localização de posturas de *Q. gigas*, e em seguida os ovos foram contabilizados visualmente. Os resultados obtidos do número de posturas de *Q. gigas* foram utilizados para descrição matemática da distribuição espacial da população desse inseto.

Posteriormente procedeu-se à abertura de trincheira com dimensões de 0,50 x 0,50 x 0,50 m, a partir da base do tronco, de acordo com a metodologia adotada por Reis e Souza (1986). As ninfas coletadas foram acondicionadas em recipientes de vidro com solução de álcool 70%, e posteriormente levadas ao Laboratório de

Entomologia do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV) para posterior identificação e contagem. A identificação das ninfas coletadas foi realizada com o auxílio de microscópio estereoscópio, onde se observou o número e disposição dos dentes presentes nos primeiros pares pernas que são do tipo fossorial usados para escavar, seguindo as chaves propostas por Maccagnan e Martinelli (2004).

3.4. Análise dos dados

Os dados de número de posturas e ninfas foram utilizados para o estudo da distribuição espacial na cultura. Foram determinados a média, variância e os índices de agregação. Em seguida, testou-se o ajuste dos dados obtidos às distribuições de Poisson e binomial negativa. O ajuste do modelo aos dados foi testado através do teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às esperadas, conforme apresentado por Barbosa (1985), Nascimento (1995) e Marcelino (1996).

Foram também feitas análises geoestatísticas. Para isso, utilizou-se da informação da posição de cada amostra e o valor que a variável assume em cada ponto. Desse modo, cada amostra deve ter o valor da variável e as coordenadas de cada ponto onde foi coletada. Para a obtenção do mapa dos valores observados, semivariograma, representação bidimensional por meio dos mapas de isolinhas e tridimensionais, utilizou-se o software Surfer 7.0 (GOLDEN SOFTWARE, 1999). As fórmulas utilizadas para análise de agregação e para o estudo da distribuição espacial de *Q. gigas*, foram realizadas com o auxílio do software Microsoft Excel, e estão descritas a seguir:

3.4.1. Índices de Dispersão

Razão Variância/Média. É o índice mais comum, também chamado índice de dispersão. É a relação entre a variância e a média $I = (s^2/m)$, utilizada para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade, em que valores iguais a 1 indicam distribuição espacial aleatória, valores menores que 1, distribuição uniforme e valores maiores que 1, distribuição agregada (RABINOVICH, 1980). O

afastamento da aleatoriedade pode ser testado pelo teste de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade, $\chi^2 - 1 (n-1) s^2/m$ (ELLIOTT, 1979).

Índice de Morisita. De acordo com MORISITA (1962), o índice é dado pela fórmula:

$$I_d = n \frac{\sum [x(x-1)]}{\sum x(\sum x - 1)} = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

onde: n = número de unidades amostrais; x = número de posturas e ninfas ou por unidade amostral.

O índice de Morisita é igual a 1 para a distribuição aleatória, é maior que 1 para distribuições contagiosas e menor que 1, para distribuições regulares ou uniformes. O afastamento da aleatoriedade pode ser testado por:

$$X_d^2 = I_d (\sum x_i - 1) + n - \sum x_i \sim \chi^2_{(n-1)}$$

$$X_d^2 \geq \chi^2$$

Se $d \in (n-1; 0.05)$, rejeita-se a hipótese de aleatoriedade da distribuição.

Coefficiente de Green. Neste índice, valores negativos indicam padrão de distribuição uniforme, enquanto valores positivos indicam padrão agregado (GREEN, 1966). Baseia-se na razão variância/média da distribuição e é dado por:

$$C = \frac{(s^2 / m) - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1}$$

onde: s^2 = variância amostral; m = média amostral; x_i = número de postura e ninfas ou de adultos por unidade amostral.

Expoente k da distribuição Binomial Negativa. A estimativa inicial dos valores de k foi obtida pelo método dos momentos, dado por:

$$k = \frac{m^2}{s^2 - m}$$

e, posteriormente, pelo método da máxima verossimilhança:

$$\hat{m} = \frac{nc \sum_{i=1}^{nc} \frac{A(x_i)}{k+x_i}}{N}$$

onde: N = número de unidades amostrais, A(x) = soma das frequências de valores maiores que x, nc = número de classes da distribuição de frequências e x_i = número de posturas e ninfas por unidade amostral.

Valores negativos indicam distribuição uniforme, valores baixos e positivos (k < 2), disposição altamente agregada, valores variando de dois a oito indica uma agregação moderada e valores superiores a oito, distribuição aleatória (ELLIOTT, 1979).

3.4.2. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial de frequência

Em cada data de amostragem foram testados os ajustes da distribuição de Poisson e da distribuição Binomial Negativa, foi realizado o teste apenas com estes modelos, devido à maioria das datas apresentarem variância superior a média. O modelo apresenta bom ajuste aos dados originais, quando as frequências observadas e esperadas são próximas. Essa proximidade foi testada pelo teste de qui-quadrado, dado por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{nc} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$

onde, FO_i = Frequência observada na classe i; FE_i = Frequência esperada na classe i; nc = número de classes da amostra.

O número de graus de liberdade do χ^2 é dado por:

$$v = n_c - n_p - 1$$

onde: n_c = número de classes da distribuição de frequências; n_p = n° de parâmetros estimados na amostra.

Distribuição de Poisson. É a distribuição que melhor representa a distribuição espacial aleatória dos insetos e caracteriza-se por apresentar variância igual à média ($\sigma^2 = \mu$). As fórmulas para o cálculo da série de probabilidades são dadas por:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

onde, $P(x)$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral, λ é o parâmetro da distribuição ($\lambda = \mu = \sigma^2$), e e é a base do logaritmo Neperiano (Natural) = 2,71828.

Distribuição Binomial Negativa. Apresenta a variância maior do que a média ($\sigma^2 > \mu$) e possui dois parâmetros, a média (m) e o expoente k ($k > 0$). A série de probabilidades pode ser calculada para uma amostra, através da fórmula recorrente dada por:

$$P(x) = \frac{P(x-1) \cdot R \cdot (k+x-1)}{x}, x = 1, 2, 3, \dots$$

Em que,

$$P(0) = \left(1 + \frac{m}{k}\right)^{-k}$$

$$R = \frac{m}{k+m}$$

e, m é a média amostral, k é a estimativa do expoente k da binomial negativa, $P(x)$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral.

3.5. Análise geoestatística

A obtenção do semivariograma é o primeiro passo no procedimento de uma análise geoestatística. O modelo escolhido será usado no processo de krigagem e influenciará todos os resultados interpolados. O semivariograma permite a tomada de decisão para o uso ou não da geoestatística permitindo o conhecimento com precisão do grau de continuidade das variáveis e as características qualitativas da regionalização (FARIAS, 1999).

A análise geoestatística foi realizada por meio de semivariograma ou krigagem considerando os pontos de amostragens.

Um mapa é elaborado a partir das posições espaciais de pontos obtidos no campo e são normalmente, representados pelos valores X, Y e Z. As coordenadas são os valores de X, posição no eixo da ordenada leste-oeste, e Y, posição abscissa norte-sul, e Z é o valor observado da variável neste ponto (CLARK, 1979).

As análises geoestatísticas com os dados das posturas e ninfas de *Q. gigas* encontrados nos ramos secos e no solo utilizaram-se da informação da posição de cada amostra e o valor que a variável assume em cada ponto. Para a realização da análise da dependência espacial, foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1994). Esta metodologia considera de forte dependência espacial o semivariograma que têm o valor do efeito pepita < 25 % do patamar, moderada quando entre 25 e 75 % e de fraca quando > 75 %.

Desse modo, cada amostra deve ter o valor da variável e as coordenadas de cada ponto onde foi coletada. Para a obtenção do mapa dos valores observados, semivariograma, ou krigagem foram gerados por local de estudo, a partir dos dados da contagem de posturas e ninfas de *Q.gigas*.

3.6. Ajuste de Semivariogramas

O padrão normal de um semivariograma se apresenta de forma intuitiva ao que esperamos de dados de campos, isto é, normalmente as observações mais próximas geograficamente apresentam comportamento mais semelhante entre si do que observações separadas por distâncias maiores (MATOS, 2003). Existem

diferentes modelos de semivariogramas que podem ser utilizados convenientemente, conforme o melhor ajuste aos valores observados no semivariograma experimental. Os principais modelos são: Modelo Linear, Circular, Esférico, Exponencial e Gaussiano.

4. Resultados e Discussão

4.1. Distribuição espacial de posturas de *Quesada gigas*

Durante todo o período amostral de posturas é possível afirmar que a distribuição espacial dos adultos de *Q.gigas* ocorre de forma agregada na cultura do cafeeiro com base nos cálculos dos índices de dispersão. A agregação dos insetos pode ser explicada por fatores que afetam a sobrevivência destes organismos, como proteção contra o ataque de predadores, alimento abundante e proteção de seus descendentes pelos insetos adultos (RABINOVICH 1980), induzindo os indivíduos da população a se reunirem em grupos (PERECIN; BARBOSA, 1994). Esse tipo de distribuição apresenta como hipótese o fato de que a presença de um indivíduo aumenta a probabilidade de ocorrência de outros indivíduos nas plantas vizinhas (BARBOSA; PERECIN 1982).

Os resultados obtidos na postura nos meses amostrados em 2014 e 2015 evidenciou que a relação entre a média e variância permite o conhecimento do grau de agregação dos insetos-praga e assim permite indicar o modelo de distribuição espacial (Tabela 1).

Tabela 1. Médias, variâncias e índices de dispersão para ocorrência de postura de *Quesada gigas* na cultivares de café: Mundo Novo (A), Icatu 2944 (B) e Icatu 2939 (C). São Sebastião do Paraíso, MG. 2014/2015.

Datas	Índices						
	<i>M</i>	<i>s</i> ²	<i>Id</i>	<i>X</i> ^{lg}	<i>Cx</i>	<i>K</i> <i>mom</i>	<i>K</i> <i>max.ver</i>
16/10/2014							
A	2,2100	42,288	19,1348	18883,2403**	18,5077	0,1329	0,0232
B	2,5660	37,0570	14,4415	1584,0104**	16,0000	0,1927	0,0819
C	5,1100	46,7049	9,1399	904,8153	9,1339	0,6278	0,0232
04/11/2014							
A	4,8400	53,4691	11,0447	1093,6860	0,0211	0,4598	0,0232
B	3,5200	49,6865	14,1155	14120,5476	0,0398	0,2517	0,0483
C	1,6700	51,3344	30,7391	3043,1796	0,1791	0,0562	0,0519
18/11/2014							
A	3,9500	70,7551	17,9126	1789,5644	0,0423	0,2366	0,1881
B	2,3000	57,0606	24,8089	2456,0870	0,1039	0,0966	0,4071
C	3,7300	49,1284	13,1711	1303,9431	0,0346	0,2894	0,3575
2/12/14							
A	3,6100	75,8161	21,0016	2079,1662	0,0555	0,8375	0,5908
B	3,9500	96,6742	24,4744	2422,9747	0,0595	0,1683	0,3575
C	1,9300	22,5506	11,6842	1156,7409	0,0556	0,1806	0,1395
18/12/14							
A	-	-	-	-	-	-	-
B	2,7000	50,2121	18,5970	1792,0563	0,0604	0,1661	0,0232
C	2,7900	43,8241	15,7075	15555,0502	0,0529	0,1897	0,0357
1/10/2015							
A	0,6600	4,9337	7,5662	740,0606	0,0996	0,1019	0,4071
B	1,5500	20,2904	13,0992	1295,9650	0,0785	0,1282	0,5908
C	0,5900	5,3151	9,0086	891,8471	0,1380	0,0737	0,2202
15/10/2015							
A	1,1500	13,3005	11,5656	1145,0000	0,0926	0,1088	0,0232
B	4,0500	125,1389	30,8984	3058,9506	0,0740	0,1350	0,4761
C	2,3700	46,5385	19,6364	1944,0127	0,0789	0,1272	0,2202
28/10/2015							
A	1,7200	18,3046	10,6422	1053,5814	0,0563	0,1784	0,4761
B	2,8400	62,2570	21,9214	2170,2254	0,0739	0,1357	0,3577
C	1,6100	17,1419	10,6471	1054,5280	0,0603	0,1668	0,5906
12/11/2015							
A	2,300	26,1515	11,3702	1125,6522	0,4045	0,2218	0,2302
B	1,770	18,2395	10,3048	0,2202	0,0528	0,1902	0,0446
C	1,9400	20,3600	10,4948	1038,9897	0,0491	0,2043	0,0232
24/11/2015							
A	-	-	-	-	-	-	-
B	1,4700	6,0092	4,0878	404,7007	0,0211	0,4761	0,3575
C	2,6500	33,2399	12,5433	1241,7925	0,0437	0,2296	0,2498

m = média amostral; s² = variância amostral; Id = índice de Morisita; k = expoente k:: Cx = coeficiente de Green; k mom = k pelo método dos momentos; k máx.ver=K pelo método da máxima verossimilhança; **Significativo a 1% de probabilidade

O índice de dispersão I (razão variância/média) e Morisita (I_d) apresentaram valores superiores a 1, ou seja, apresentaram distribuição agregada (MORISITA, 1962).

Os resultados do coeficiente de Green (C_x) indicaram padrão de distribuição que varia de aleatório para agregado (GREEN, 1966). No expoente k da distribuição binomial negativa, evidenciando distribuição agregada (Tabela 1). O mesmo sendo observado por Southwood (1978).

O índice de dispersão I (razão variância/média) e Morisita (I_d) apresentaram valores superiores a 1, ou seja, apresentaram distribuição agregada (MORISITA, 1962).

Os resultados do coeficiente de Green (C_x) indicaram padrão de distribuição que varia de aleatório para agregado (GREEN, 1966). No expoente k da distribuição binomial negativa, evidenciando distribuição agregada (Tabela 1). O mesmo sendo observado por Southwood (1978).

Em relação aos resultados distribuição binomial negativa verificaram-se valores positivos ($k < 2$), indicando assim um padrão de distribuição altamente agregado. A distribuição binomial negativa foi introduzida por Greenwood e Yule (1920), que descreveram que populações onde o resultado da variância se apresenta maior que o valor da média ($\sigma^2 > \mu$), significando uma agregação de indivíduos (TAYLOR, 1984). Esta distribuição ocorre quando a presença de um indivíduo aumenta a chance de encontrar outro na mesma unidade amostral (ELLIOTT, 1979).

Os parâmetros desta distribuição consideram a média aritmética (μ) e o expoente k , sendo considerado como uma medida do grau de agregação da população. Se o valor de k é muito alto, e a distribuição binomial negativa se aproxima dos valores obtidos na análise de Poisson, quando o valor de k tende a zero, a distribuição binomial negativa tende para a série logarítmica (SOUTHWOOD, 1978).

Os testes de ajustes da Distribuição Binomial Negativa para as posturas apresentaram um ajuste muito bom a este tipo de distribuição (Tabela 2). Sendo que a maioria dos valores amostrados, apresentaram significativos ao teste de qui-

quadrado. Assim, verifica-se que o arranjo espacial das posturas apresentou distribuição espacial agregada em todos os talhões amostrados.

Tabela 2. Resultados do teste qui-quadrado (χ^2) para ajuste das distribuições de Poisson e Binomial Negativa, aos dados do número médio de posturas de *Q. gigas* nas cultivares, Mundo Novo (A) e Icatu 2939(B) e Icatu2944 (C). São Sebastião do Paraíso, MG, 2015.

Datas	Cultivar	Poisson	Binomial Negativa
16/10/2014	A	289,6081 ^{NS}	23,4278**
	B	435,1466 ^{NS}	32,5866**
	C	177952,7838 ^{NS}	148,8900**
04/11/2014	A	1427,8457 ^{NS}	62,9090**
	B	3033,7001**	91,9944**
	C	234316,2738 ^{NS}	11,4988**
18/11/2014	A	-	-
	B	349,4357 ^{NS}	3,7558**
	C	591,2081 ^{NS}	34,9813**
02/12/2014	A	446,4146 ^{NS}	10,2570**
	B	251,7377 ^{NS}	7,6424**
	C	11153,2896 ^{NS}	64,2352**
1/10/2015	A	2552,130 ^{NS}	6,5652**
	B	2993,6121 ^{NS}	5,0681 ^{NS}
	C	529,369 ^{NS}	19,9693**
28/10/2015	A	-	-
	B	2993,6121 ^{NS}	5,0681 ^{NS}
	C	-	-
12/11/2015	A	384,8778 ^{NS}	62,4919**
	B	2179,5351 ^{NS}	8,1214**
	C	813,5213 ^{NS}	86,0464**
24/11/2015	A	-	-
	B	-	-
	C	-	-

χ^2 = Estatística do teste qui-quadrado; g.l. = número de graus de liberdade do qui-quadrado; **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; NS Não significativo a 5 % de probabilidade posturas de *Quesada gigas* em plantio de café.

A distribuição na forma agregada, também já foi demonstrada para outras espécies de insetos da ordem hemíptera. Silva et al. (2011), demonstraram que *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae) se apresentou de forma agregada em arrozais irrigados.

Cigarrinhas das famílias Cicadellidae em citros indicou um comportamento agregado, mostrando que estes insetos se agrupavam em reboleiras, além de inferir a transmissão de doenças entre plantas vizinhas (MARUYAMA, 2002).

Adultos de *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura do pinhão-mansão, manteve um padrão de distribuição espacial. De modo que os dados de densidade de adultos em armadilhas de captura, ajustaram melhor ao modelo de distribuição de frequência binomial negativa, indicando distribuição agregada desse inseto na cultura (OLIVEIRA, 2016).

4.2. Distribuição espacial de ninfas de *Quesada gigas*

Coletou-se em 2015 nos três cultivares de café, um total de 1429 ninfas. Para os talhões das cultivares, Icatu 2939, Mundo Novo e Icatu 2944, foram observadas 914, 357 e 158 ninfas respectivamente. Sendo que para a cultivar Icatu 2939, 714 ninfas estavam no quinto ínstar, 186 no quarto e 14 no terceiro. Na cultivar Mundo Novo, 260 estavam no quinto ínstar e 97 no quarto. Já na cultivar Icatu 2944 todas as ninfas encontravam-se no quinto ínstar.

Apesar do número expressivo de ninfas de terceiro, quarto e quinto ínstares encontradas no decorrer das avaliações nos dois anos subsequentes, não foram encontradas ninfas de primeiro e segundo estágio com a metodologia de avaliação empregada. Esse fato certamente está relacionado com o desenvolvimento biológico da espécie, o momento da eclosão das ninfas é uma das fases mais críticas do período de vida de *Q. gigas*, uma vez que essas irão sofrer interferência direta das condições do ambiente, como umidade e temperatura. As ninfas de 1º instar não toleram a dessecação, por isso sobrevivem poucas horas quando eclodem em dias com sol (MORIYAMA; NUMATA, 2006).

Além disto, as ninfas nesses primeiros dois estádios de desenvolvimento, não ultrapassam em média 4 mm de comprimento (MACCAGNAN; MARTINELLI, 2004).

Portanto sua visualização no momento da avaliação através de abertura de trincheiras poderá ser dificultada, devido ao seu tamanho reduzido. De certa forma, isso corrobora com nossos resultados obtidos, pois durante as coletas, foram encontradas somente ninfas a partir do terceiro estágio. Contudo, de maneira nenhuma é descartada a presença de ninfas nos dois primeiros estágios de desenvolvimento na área.

Para a distribuição espacial, os índices de agregação indicam que a razão variância/média (I) para ninfas terceiro ao quinto ínstar de *Q. gigas* apresentou valores estatisticamente maiores que 1 em todas as datas de amostragens, o que indica disposição agregada (Tabela 3).

Tabela 3. Médias, variâncias e índices de dispersão para ocorrência de ninfas de *Quesada gigas* cultivares de café: Mundo Novo (A), Icatu 2944(B) e Icatu 2939 (C). São Sebastião do Paraíso, MG. 2015.

Talhão	Índices							
	m	S^2	I	$I\sigma$	$\chi^2 Ig$	Cx	K_{mom}	$K_{max.ver}$
A	3,5800	3,5818	1,0005	1,0005	275,3810**	0,0111	0,4761	0,3575
B	1,5800	2,6057	1,6490	1,6491	271,4598**	0,0171	0,5908	0,4071
C	1,1700	2,0456	1,7400	1,2230	355,2807**	0,00462	0,2202	0,1395

m = média amostral; s² = variância amostral; I = índice de Morisita; k = expoente k: Cx = coeficiente de Green; k mom = k pelo método dos momentos; k máx.ver=K pelo método da máxima verosimilhança; **Significativo a 1% de probabilidade

Pelo resultado do índice de Morisita ($I\sigma$), verifica-se que em todas as datas de amostragens, onde foram encontradas as ninfas os valores foram, também significativamente, superiores a 1. O coeficiente de Green (Cx) também apresentou valores positivos, o que indica um padrão agregado (Green, 1966), em todas as datas de amostragens, nos três de cultivares de café. O expoente k da distribuição Binomial Negativa apresentou valores baixos e positivos menores que 1, indicando uma disposição altamente agregada. O ajuste da distribuição de Poisson foi bastante irregular, confirmando que esta espécie não se distribui de forma aleatória no campo (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado da análise Poisson e Binomial negativa para ocorrência de ninfas de *Quesada gigas* cultivares de café: Mundo Novo (A), Icatu 2944 (B) e Icatu 2939 (C). São Sebastião do Paraíso, MG. 2015.

	Poisson	Binomial Negativa
Talhão	X ²	X ²
A	123,8014 ^{**}	12,9793 ^{NS}
B	25,9867 ^{**}	2,9250 ^{NS}
C	60,3087 ^{**}	4,1134 ^{NS}

X² = Estatística do teste qui-quadrado; **Significativo a 1% de probabilidade; *Significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo a 5 % de probabilidade. de ninfas de *Quesada gigas* em plantio de café.

Resultados semelhantes foram encontrados na cultura do cafeeiro para ninfas pertencentes ao gênero *Fidicinoides*. De acordo com os índices de dispersão para ninfas de *Fidicinoides* sp., notou-se que a variância e o índice de Morisita apresentou valores maiores que a média e, conseqüentemente, valores maiores que um para a relação variância/média, indica uma disposição agregada (RIBEIRO et al., 2006).

Soares et al. (2008) em trabalho desenvolvido com paricá (*Schizolobium amazonicum*) (Huber) Ducken (Fabales, Fabaceae), verificou que a intensidade amostral de cigarras por árvore nos 31 pontos demarcados demonstrou-se insuficiente e inviável para se determinar a distribuição espacial. O número reduzido de unidades amostrais pode não ser adequado para tomadas de decisões importantes.

Segundo Yamamoto e Landim (2013), a qualidade do tamanho da amostra e a distribuição espacial dos elementos amostrais na área de interesse, fornece boas estimativas, para se fazer a distribuição. Dessa maneira, ao estudarmos a distribuição espacial de ninfas de *Q. gigas* na cultura do cafeeiro, adotou-se uma quantidade de unidades amostrais de 100 pontos por talhão, de forma a manter uma melhor precisão nos dados obtidos.

Resultados semelhantes também foram obtidos por Stingel (2005), que estudou a distribuição espacial da cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar, indicando que o índice de Morisita foi maior que 1 em todas as épocas de amostragem, sendo os valores obtidos

significativos a 1% de probabilidade, revelando que esta espécie, distribuiu-se de forma agregada ou contagiosa na cultura. Isso demonstra que a distribuição espacial pode ser semelhante em insetos de hábito subterrâneo pertencentes à mesma subordem.

No entanto, resultados semelhantes de agregação, também foram observados para outros grupos de insetos, como por exemplo, espécies de cupins dos gêneros *Syntermes* e *Conitermes*, em plantios de eucalipto (BEZERRA; WILCKEN, 1998). Onde, os resultados obtidos pelo índice de Morisita, indicaram que a distribuição foi do tipo agregada ou também denominada de ocorrência em focos ou reboleiras.

4.3. Análise geoestatística de posturas e ninfas de *Quesada gigas*

Pelo ajuste do semivariogramas, foi demonstrado que os parâmetros se apresentaram estruturados espacialmente podendo ser modelados.

A distribuição de *Q. gigas* nos talhões amostrados da fazenda São Judas Thadeu, São Sebastião do Paraíso, MG, mostrou-se agregada (Figura 2).

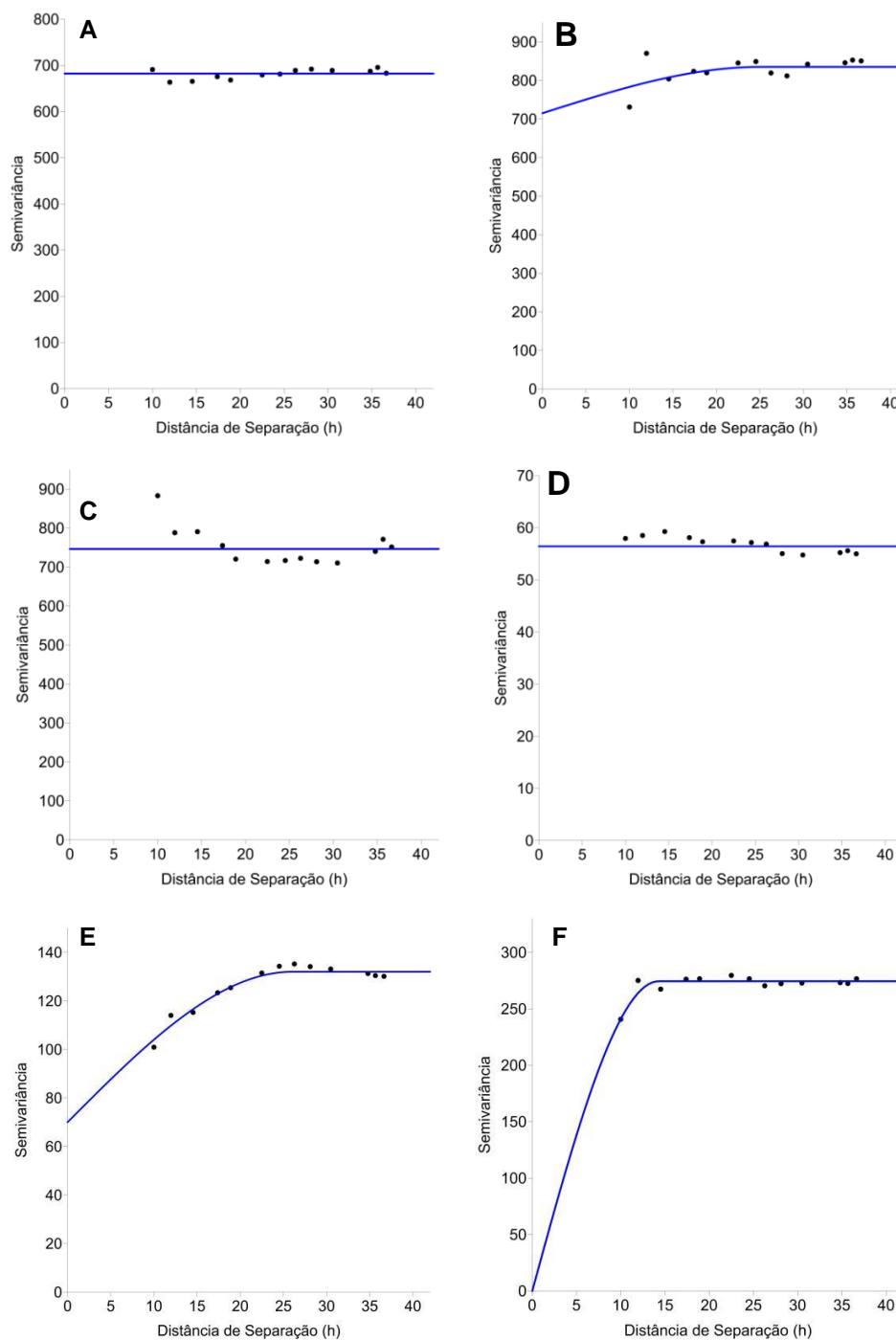


Figura 2. Semivariogramas ajustados ao modelo esférico do número de posturas de *Quesada gigas*, amostrados no período 16/10/2014 a 02/12/2014, e outubro de 2015, São Sebastião do Paraíso, MG. A = Postura em 16/10/2014 (Café Mundo Novo), B = Postura em 04/11/2014 (Mundo Novo), C = Postura em 18/11/2014 (Icatu 2944), D = Postura em 02/12/2014 (Icatu 2944), E = Postura em 1/10/2015 (Icatu 2939), F = Postura em 28/10/2015 (Icatu 2939).

O modelo esférico foi o que melhor se ajustou nos semivariogramas, e, com base em sua conformação, verificou-se dependência espacial da praga, indicando a formação de reboleiras.

O alcance máximo encontrado nesse trabalho foi de 14,3 a 26 metros, o alcance é de grande importância, pois, além de indicar o raio de agregação, serve para estimar o número da população do inseto. A dependência espacial foi classificada de moderada a forte de 14 a 47% em todas as avaliações de outubro a dezembro 2014 e de outubro a novembro de 2015, e de acordo com a classificação de Cambardella et al. (1994), este tipo de dependência espacial remete a distribuição agregada. No caso de ninfas de *Q. gigas*, o planejamento da coleta dos dados, que envolve a determinação do 'grid' de amostragem bem como a determinação do número de pontos amostrais, o número de pontos coletados no período de execução do trabalho e o número de amostragens das ninfas foi considerado baixo para se realizar os semivariogramas.

Quando o número de coleta nos pontos é baixo, o semivariograma acaba sendo sujeito a grande efeito de fatores não controláveis (efeito pepita). E pode ter sido a principal causa da moderada a fraca dependência espacial encontrada nesse trabalho. (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

Soares et al., (2008) observando o número de cigarra por árvore em paricá (*Schizolobium amazonicum*) demonstrou que os ajustes dos modelos de semivariograma exponencial, esférico, circular e gaussiano indicou existir uma fraca dependência espacial para o número de cigarras. Todos os modelos apresentaram valores muito reduzidos e de acordo com Isaaks e Srivastava (1989), à medida que ocorrer o efeito-pepita, dependência espacial enfraquece e não fornece estimativas para o tipo de distribuição.

Estudos utilizando a geoestatística, também foram atribuídos para outras ordens de insetos, Wright et. al., (2002) que trabalharam com *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae), na cultura do milho e concluíram que, para o estágio larval da praga, as amostras seriam espacialmente dependentes quando coletadas a distâncias de 0,2 a 3,05 m. Com base nesses dados, os autores afirmaram que o melhor modelo que se ajustou em um variograma foi o esférico.

Machado (1999), verificando a distribuição espacial de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) mostrou que os valores dos parâmetros do semivariograma para a densidade total se ajustou ao modelo esférico, com o patamar de 68,004 e alcance de 55 m e apresentou dependência espacial classificada como forte. E quando a dependência espacial é moderada a forte, a distribuição espacial é agregada, e a geoestatística é a ferramenta mais adequada para se determinar a distribuição desses dados.

Por meio dos dados do semivariograma ajustado foi realizada a krigagem para estimar as interpolações necessárias para a construção dos mapas de *Q. gigas* determinando as áreas que apresentam maiores infestações desse inseto. As regiões de maior concentração de posturas podem ser observadas na cultivar Mundo Novo (Figura 3 A, B). Já para as cultivares Icatu 2939 e Icatu 2944, mostraram-se com maior índice de agregação de posturas e ninfas, próximo a plantas adjacentes, que servem de abrigo e acasalamento para estes insetos como, por exemplo, o eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e o abacateiro (*Persea americana*) (Figura 3 C, D, E, F). Portanto, é esperada uma maior concentração populacional de *Q. gigas* em cultivos de café próximo a essas plantas, levando a formar reboleiras. Onde as regiões de coloração vermelha mais intensa registradas nos mapas, correspondem aos locais de maior infestação por *Q. gigas*.

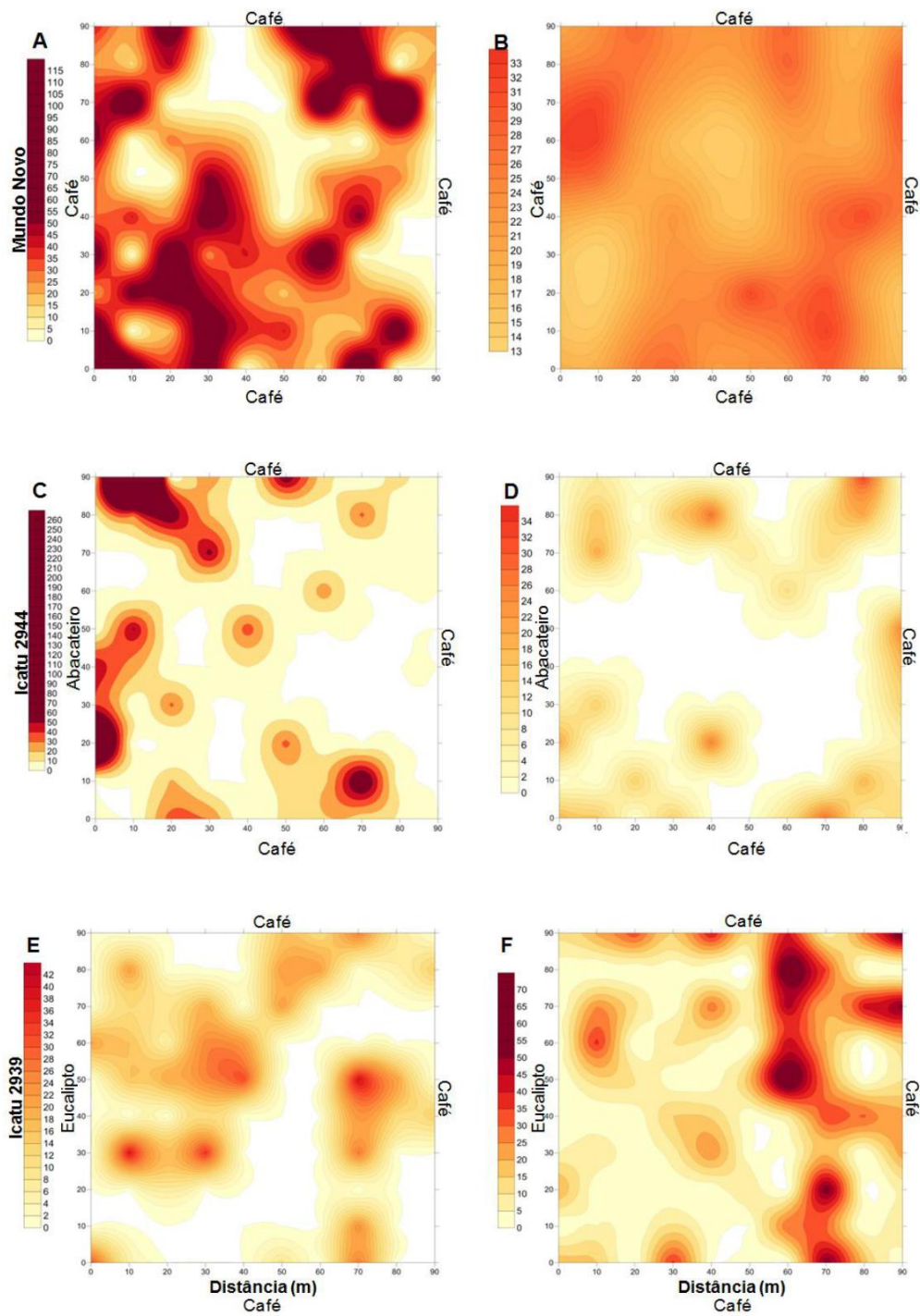


Figura 3. Mapas de Krigagem mostrando a distribuição de ovos de *Quesada gigas* (A, C e E), amostrados no período de outubro a dezembro de 2014, e outubro a novembro de 2015, e ninfas (B, D e F) amostrados em dezembro 2015 em plantas de café, São Sebastião do Paraíso, MG. O aumento da intensidade da cor corresponde à maior densidade de ovos e ninfas.

5. Conclusão

As informações obtidas nos dois anos de estudo indicam modelos de distribuição espacial agregada, de posturas e ninfas de *Q. gigas* nos talhões de café amostrados.

6. Implicações

Este trabalho mostra as primeiras informações que levam a entender um pouco mais, sobre o comportamento de dispersão de *Q. gigas* em lavouras de café. Isso de fato é extremamente importante para embasar outros estudos que visem o manejo dessa praga. Sendo que os dados apresentados revelam a viabilidade do uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Q. gigas* em cafeeiro, visando à definição de planos e amostragem da praga, de forma a auxiliar em programas de manejo integrado. Entretanto mais estudos serão necessários para definir qual parâmetro não visto neste trabalho, serviria para detectar a dependência espacial de ninfas durante as fases imaturas.

O conhecimento da distribuição espacial de *Q. gigas* poderá auxiliar em futuras pesquisas, que visem estipular planos de amostragens eficientes e que levem a facilitar o manejo dessa espécie em lavouras infestadas. Toda informação adquirida é essencial para uma melhor compreensão do comportamento dessa espécie nas fases imaturas e adulta. No entanto, ainda são necessários mais estudos, que possam produzir informações similares ou divergentes dos resultados encontrados neste trabalho, sobre a destruição de *Q. gigas* em outras regiões produtoras de café. Pois neste estudo, foram analisados somente três talhões de café. No entanto, há um grande número de variedades de café produzidos no Brasil, cultivados nos mais diversos ambientes de produção, fatores que certamente podem afetar o tipo de distribuição espacial dessa espécie.

Outros aspectos comportamentais dessa espécie também devem ser estudados, como o comportamento reprodutivo, os padrões alimentares do adulto, e as implicações desses aspectos para uma melhor compreensão do processo de dispersão.

É importante salientar que os resultados obtidos nesta etapa de investigação são importantes por ter gerado informações sobre o arranjo espacial de *Q. gigas* nos talhões de café amostrados. O próximo passo será elaborar um plano de amostragem sequencial em função do tamanho da área de cultivo, para definir a quantidade de pontos amostrados que são necessários para obter uma tomada de decisão efetiva no controle dessa praga, de forma a reduzir os custos de produção.

7. Referências

BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 181-191, 1982.

BARBOSA, J. C. **Distribuições de probabilidade como base para análises estatísticas, amostragem e estratégias de manejo de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) na cultura da cana-de-açúcar.** 1985. 131 f. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

BARBOSA, J. C. A amostragem sequencial. In: FERNANDES, O. A.; CORREIA A. C. B; DE BORTOLI S. A. (Ed.) **Manejo integrado de pragas e nematóides.** Jaboticabal: Funep, 1992, p. 205-211.

BEAMER, R. H. Studies on the biology of Kansas Cicadidae: University of Kansas **Science Bulletin**, Lawrence, v. 18, p. 155–263, 1928.

BEZERRA JÚNIOR, N. S.; WILCKEN, C. F. Número mínimo de amostras para o monitoramento de cupins subterrâneos dos gêneros *Syntermes* e *Cornitermes* (Isoptera: Termitidae) em plantios de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17. 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, a.v. 2, p. 725.1998.

BOULARD, M. Notes sur la biologie larvaire de las cigales (Hom. Cicadidae). **Annales de la Société Entomologique de France**, Paris, v. 1, p. 503-521, 1965.

BURROUGH, P. A. & McDONNELL, R.A. Principles of geographical information systems. 2nd Edition. **Oxford.** Oxford University Press, 1998.

BURGESS, T. M.; WEBSTER, R. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties I - The semivariogram and punctual kriging. **Journal of Soil Science**, Madison, v.31, n.2, p.315-31, 1980.

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 Sci. Soc. Am. J.** 58:1501-1511, 1994.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados. p.79-122.1998.

CARVALHO, J.R.P. de; ASSAD, E.D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.377-384, 2005. DOI: 10.1590/S0100-69162005000200011.

CARVER, M.; GROSS, G. F.; WOODWARD, T. E. Hemiptera. In: CSIRO.Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Division of Entomology. **The insects of Austrália**: a textbook for students and research workers. Melbourne, v. 1,1991 p. 429-509.

CHARRIER, A. **La structure génétique dès caféiers spontanés de la région Malgache (Mascaracoffea)**: Leurs relations avec les caféiers d'origine africaine (Eucoffea). Paris: ORSTOM, 1978. 223 p.

CLARK, I. **Practical Geostatistics**. Applied Science Publishers,London, Essex, 129 p.1979.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, nono levantamento, junho de 2016. Brasília: CONAB, 34 p.

Consórcio Pesquisa Café. Disponível em: <<http://www.consorcioquesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias>>. Acesso em 20 dez. 2016.

CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: John Wil.p. 900.1983.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Viçosa v.18, p.55-81, 2007.

DECARO JUNIOR, S. T.; MARTINELLI, N. M.; MACCAGNAN, D. H. B.; RIBEIRO E. S. D. B. P. Oviposition of *Quesada gigas* (Hemiptera: Cicadidae) in coffee plants. **Revista Colombiana de Entomologia**, Santafe de Bogota, v. 38, p. 1-5, 2012.

ELLIOTT, J. M. **Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates**. 2. ed. Ambleside: Freshwater Biological Association, 1979. 157 p.

ELLIOTT, N. C.; KIECKHEFER, R. W.; WALGENBACH, D. D. Binomial sequential sampling methods for cereal aphids in small grains. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, p. 1381-1387, 1990.

ELLSBURY, M. M. et al. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) emergence. **Environmental Entomology**, New York, v.27, n.4, p.910-917, 1998.

ESCALANTE, G. J. A. Notes on insects of Alto Urubamba, Cuzco. **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v. 17, n. 1, p. 120-121, 1974.

FARIAS, P. R. S. **Distribuição espacial do nematóide reniforme com o uso da geoestatística, em um solo com rotação de culturas**. 1999. 109 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1999.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. IAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro** (fatores que afetam a produtividade). Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 88-113.

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; VERDIM FILHO, A. C.; VOLPI, P. S. Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. In: Ferrão, R. G. et al. (ed.). **Café conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. p. 66-91.

FREITAS, A. F. N.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; SLUYS, M.V.; ROCHA, C.F. Distribuição espacial de bromélias na restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 175-180, 2000.

GILBERT, M.; GRÉGOIRE, J. C. Site condition and predation influence a bark beetle's success: a spatially realistic approach. **Agricultural and Forest Entomology**, New York, v.5, n.2, p.87, 2003.

GOLDEN SOFTWARE, INC. **Surfer for Windows v. 7: user' s guide**. Colorado, Golden Software, 340 p, 1999.

GOMES, N.M.; SILVA, A.M.; MELLO, C.R.; FARIA, M.A.; OLIVEIRA, P.M. Métodos de ajuste e modelos de semivariograma aplicados ao estudo da variabilidade espacial de atributos físico-hídricos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.435-443, maio/jun. 2007.

GREEN, R. H. Measurement of non – randomness in spatial distributions. **Researches on Population Ecology**. Kyoto, v. 8, n. 1, p. 1-7, 1966.

GUEDES, J. V. C.; FARIAS, J. R.; GUARESCHI, A.; ROGGIA, S.; LORENTZ, L. A. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de insetos-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1299- 1302, 2006.

GUERRA, P. A. G. **Geoestatística operacional**. Brasília: Ministério das Minas e Energia, 1988. 145p.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **The insects: an outline of entomology**. Oxford: Blackwell, 2005. 470p. pp. 2014. Purchase from Wiley: USA, UK & Europe, Australia.

HAYASHI, M. Description of the nymphs of *Mogannia minuta* Matsumura (Homoptera: Cicadidae), pest of sugarcane in the Ryukyus **Kontyû**, v. 44, n. 2, p. 142-149, 1976.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R.M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University, 1989. 561p.

KITANIDIS, P. L.; VOMVORIS, E. G. A geoestatical approach to the inverse problem in groundwater modelling and one dimensional simulations. **Water Resources Research**, Stanford University, p. 677–690, 1983.

KUBOTA, M. M. **Aspectos Biológicos de Quesada gigas (Olivier, 1790) (Hemiptera: Cicadidae) em cafeeiro**. Dissertação de Mestrado em Agronomia (Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal - SP, 60p. 2013.

KUSS-ROGGIA, R. C. R. **Distribuição espacial e temporal de percevejos da soja e comportamento de *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao longo do dia.** 2009. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

KRIGE, D. G. A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the witwatersrand. **Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa**, v. 52, p. 151-163, 1951.

LAJAUNIE, C. A geostatistical approach to air pollution modelling. In: **Geostatistics for Natural Resources Characterization**. California: [s.n.], 1984. p. 877–891.

LAWRENCE, E. **Henderson's Dictionary of Biological Terms**, England: Longman Group Ltd., 1995. 11th ed.

LIEBHOLD, A.M. et al. Geostatistic and geographic information system in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, New York, v.38, p.303-327, 1993.

MACCAGNAN, D. H. B. & MARTINELLI, N. M. Descrição das Ninfas de *Quesada gigas* (Olivier) (Hemiptera: Cicadidae) Associadas ao Cafeeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 439-46, 2004.

MACCAGNAN, D. H. B. **Cigarra (Hemiptera: Cicadidae): emergência, comportamento acústico e desenvolvimento de armadilha sonora.** 2008. 90 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

MACHADO, V. O. F.; FERREIRA, G. A.; ROSA, S. R. A., GARCIA, A. E., PINHEIRO, J. B.; VELOSO, V. R. S. Aspectos biológicos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de soja (*Glycine max* Merrill). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 39-41, 1999.

MARTINELLI, N. M. Cigarras associadas ao cafeeiro. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J. ; SILVA, M. T. B. (Ed.). **Pragas de solo no Brasil**. Passo Fundo: Espiral Comércio de Livros, 2004. p.517-54.

MARCELINO, M. C. S. **Distribuição espacial e amostragem sequencial de *Enneothrips flavens* (Moulton, 1941) (Thysanoptera, Thripidae) na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.)**. 1996. 169 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

MARUYAMA, W. I., J. C. BARBOSA, M. G. FERNANDES & P. T. YAMAMOTO. Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. **Neotropical Entomology**. 31: 35-40,2002.

MATHERON, G. (1963) - **Traité de Géostatistique Appliquée Tome II: Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières: Editions Technip, Paris, vol. 24., 1963.172 p.**

MARTINS, A. L. **História do café**. São Paulo, 2. Ed. p. 18-69, 2012.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, 1991. 320p. (Coleção do agricultor. Grãos) (Publicações Globo Rural).

MATOS, J, D. **Utilização de Semivariogramas Como Redutor de Dimensionalidade no Reconhecimento de Padrões em Imagens Hiperespectrais**.2003,116f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.

METCALF, Z. P. **General catalogue of the Homoptera**. Cicadoidea. Raleigh: Waverly Press, 1963. Part 1/2, n. 8, 919p, 489p.

MOULDS, M. S. An appraisal of the higher classification of cicadas (Hemiptera: Cicadoidea) with special reference to the Australian fauna. **Records of the Australian Museum**, Austrália,v. 57, n. 3, p.375-446, 2005.

MORIYAMA, M.; NUMATA, H. Induction of egg hatching by high humidity in the cicada *Cryptotympana facialis*. **Journal of Insect Physiology**,Oxford,v.52, p.1219-1225, 2006.

MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M.; ANJOS, V. D. A.; MORI, E. E. M.; MATTOSO,L. H. C.; FIRMINO, A.; NASCIMENTO, C. J. F. Influência dos parâmetros de torração nas características físicas, químicas e sensoriais do café arábica puro. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 1. p. 17-25, 2007.

MORISITA, M. I \bar{D} -Index, a measure of dispersion of individuals. *Researches on Population Ecology*, v. 4, p. 1-7, 1962.

NASCIMENTO, J. E. **Distribuição espacial e plano de amostragem seqüencial para o percevejo pequeno *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Heteroptera: Pentatomidae), na cultura da soja**, 1995.137f. Dissertação de mestrado. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1995.

OLEA, R. A. Systematic sampling of spatial function. Kansas: **Kansas Geological Survey**. 57p. (Series on Spatial Analysis, 7).1991.

OLIVEIRA, G. D. M.; F. G. M.; M, A. T.; O.N.H. Distribuição espacial de adultos de *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) em pinhão-manso *Jatropha curcas*. **Entomotropica**. Vol. 31(29): 237-243 on line 27-Julio-2016.

OSBORN, H.; METCALF, Z. P. Notes on the Life-History of the salt marsh cicada (*Tibicen viridifascia* Walker.). **Entomological News**, Philadelphia, v. 31, n. 9, p. 248 – 252, 1920.

PACHAS, P. O. La chicharra de la yerba mate (*Fidicina mannifera*, Fab., 1803) su biologia e observaciones sobre los métodos de control em Misiones. **Idia**, Buenos Aires, v. 217, p. 5-15, 1966.

PERECIN, D.; BARBOSA, J. C. Amostragem e análise estatística de dados de distribuição de contágio. **Revista Matemática e Estatística**, Jaboticabal, v. 10, p. 207-216, 1992.

PERECIN, D.; BARBOSA, J.C. Afinidade entre distribuições de contágio e Poisson para fins práticos de amostragem. **Revista de Matemática e Estatística**, v.12, p.107-112, 1994.

RABINOVICH, J. E. **Introducion a la ecologia de poblaciones animales**. México, CECSA, 1980. 313p.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Pragas do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO, 1; 1984, Poços de Caldas. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.324- 329.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. VENZON, M. Manejo ecológico das principais pragas do cafeeiro. In: **Café Orgânico**. Informe Agropecuário, v.23, n.214/5, Belo Horizonte: EMAPIG, p.83-98, 2002.

RÉGNIÈRE, J.; BOULET, B.; TURGEON, J. J. Sequential sampling plan with two critical levels for spruce bud moth (Lepidoptera; Tortricidae). **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 81, n. 1, p. 220-224, 1988.

RIBEIRO JUNIOR, P. J. **Abordagem Geoestatística em um estudo de variabilidade espacial**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1995.

RIBEIRO R.; P.F.M.; M.M.N.; M.B.H.D.; Dispersão de Fidicinoides sp. (Hemiptera: Cicadidae) em cafeeiro. **Científica**, Jaboticabal, v.34, n.2,p.263-268,2006

ROBERTS, N.; TAIEB, M.; BARKER, P.; DAMNATI, B.; ICOLE, M.; WILLIAMSON, D.; Timing of the Younger Dryas event in East Africa from lake level changes. **Nature** 366, p.146-148. 1993.

SAKIYAMA, N. S.; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L. Melhoramento de café arábica. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 189-204.

SANTOS, R. S.; MARTINELLI, N. M. Ocorrência de Fidicinoides pauliensis Boulard & Martinelli, 1996 (Hemiptera: Cicadidae) em cafeeiro em Tapiratiba, SP. **Revista de Agricultura**, v. 82, p. 311-314, 2007.

SANTOS, R. S.; MARTINELLI, N. M.; MACCAGNAN, D. H. B.; RIBEIRO, R.; SANBORN, A. F. Description of new cicada species associated with the coffee plant and an identification key for the species of Fidicinoides (Hemiptera: Cicadidae) from Brazil. **Zootaxa**, v.2602, p.48-56, 2010.

SHIRATSUCHI, L. S.; MARCHÃO, R. L.; JERKE, C.; RESENDE, A. V.; FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, C. M. de; VILELA, M. de F.; SÁ, M. A. C. de; SANTOS JÚNIOR, J. de D. G. dos; HURTADO, S. M. C. **Geração de mapas multitemáticos em agricultura de precisão**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 22p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 181).

SRIVASTAVA, R. M.; PARKER, H. M. Robust measures of spatial continuity. In: *Geostatistics, on the 3rd. Geostatistical Congress*. Holland, Armstrong: [s.n.], 1989. p. 295–308.

SIVA, F. S.; MARTINS; BARRIGOSI; MEUS C. N.; RAMÃO. J. M.; L. H. LORENTZ. H.L.; BOTTA. A.R.; **Distribuição espacial e dispersão de *Tibraca limbativentris* STAL, 1860 (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz irrigado por inundação no planalto da campanha do Rio Grande do Sul**. Manejo de pragas Controle Agregação Percevejo-do-colmo *Oryza SATIVA*. 2011.

SILVEIRA N, S., O. K; D. B; N.A.V.N. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 1976,419p.

STINGEL, E. **Distribuição espacial e plano de amostragem para a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål., 1954), em cana-de-açúcar**. 2005. 75f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo Piracicaba, 2005.

SOARES, V.P.; ZANETI, L.Z.; SANTOS, N.T.; LEITE, H.G. Análise espacial da distribuição de cigarras (*Quesada gigas* Oliver) em povoamentos de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na região de Dom Eliseu, PA. **Revista Árvore**, v.32, p.251-258, 2008. DOI: 10.1590/S0100-67622008000200008.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. 2nd. ed. New York: John Wiley & Sons, 1978. 525 p.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; MELLES, C. C. A. **Cigarras-do-cafeeiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1983. 28 p.(Boletim Técnico, 5).

SOUZA, J. C. de; REIS, P. R.; SILVA, R. A. **Cigarras-do-cafeeiro em Minas Gerais: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle**. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 48. (Boletim Técnico, 80).

TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insect populations. **Annual Review Entomology**.New York,29: 231-57.1984.

VIEIRA, S. R. et al. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Oakland, v. 51, n. 3, p. 1-75. 1983.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In:NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1 p. 1-54. 2000

WALLACE, M. K. & HAWKINS, D.M. Applications of geostatistics in plant nematology. **Journal of Nematology**, New York, 26:626-634. 1994.

WILLIAMS K. S, SIMONS C. The ecology, behavior, and evolution of periodical cicadas. **Annual Review of Entomology**, 40, Usa, p.269-295, 1995.

WHITE, J.; STREHL, C. Xylem feeding by periodical cicada nymphs on tree roots. **Ecological Entomology**, London, v. 3, p. 323–327, 1978.

WHITE J, LLOYD M. Faulty eclosion in crowded suburban periodical cicadas: 492 populations out of control. **Ecology Ecological Society of America**, London, v. 60, n. 2, p. 305-315, 1979.

WRIGHT, R .J., DEVRIES, T. A.; YOUNG, L. J.; JARVI, K. J.; SEYMOUR, R. C. Geostatistical analysis of the small-scale distribution of european corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology**, v.31, p.160-167, 2002.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M, B. **Geoestatística: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos. 215p. 2013.

YOUNG, A. M. Habitat and seasonal relationship of some cicadas (Homoptera: Cicadidae) in Central Costa Rica. **American Midland Naturalist**, Notre Dame, v. 103: p. 155-166, 1980.

YOUNG, A. M. Notes on the faunistic complexity of cicadas (Homoptera: Cicadidae) in northern Costa Rica. **Revista Biologia Tropical**, San Jose, v. 24, p. 267-279, 1976.

YOUNG, A. M. Temporal selection for communicatory optimization: the dawn-dusk chorus as an adaptation in tropical cicadas. **American Naturalist**, Chicago, v. 117, p. 826-829, 1981.