



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**LUCAS FARO BASTOS**

**FAMÍLIAS DE INSETOS AÉREOS E DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE**  
*Haplaxius crudus* (VAN DUZEE), 1907 (HEMIPTERA: CIXIIDAE) ASSOCIADOS A  
**PLANTIOS COMERCIAIS DE COQUEIRO NO MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL**  
**DO PARÁ- PA**

**BELÉM**

**2019**

**LUCAS FARO BASTOS**

**FAMÍLIAS DE INSETOS AÉREOS E DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE  
*Haplaxius crudus* (VAN DUZEE), 1907 (HEMIPTERA: CIXIIDAE) ASSOCIADOS A  
PLANTIOS COMERCIAIS DE COQUEIRO NO MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL  
DO PARÁ- PA**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Gonçalves da Silva

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Telma Fátima Vieira Batista

**BELÉM  
2019**

---

Bastos, Lucas Faro

Famílias de insetos aéreos e dinâmica espaço-temporal de *Haplaxius crudus* (Van Duzee), 1907 (*Hemiptera: cixiidae*) associados a plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará- PA / Lucas Faro Bastos. – Belém, 2019.

64 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

Orientador: Dr. Anderson Gonçalves da Silva.

1. Inseto - *Haplaxius crudus* 2. Coqueiro - *Cocos nucifera* L. 3. Insetos aéreos I. Silva, Anderson Gonçalves da (orient.) II. Título.

**CDD – 595.7**

---

Bibliotecária-Documentalista: Letícia Lima de Sousa – CRB2/1549

LUCAS FARO BASTOS

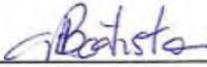
**FAMÍLIAS DE INSETOS AÉREOS E DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE  
*Haplaxius crudus* (VAN DUZEE), 1907 (HEMIPTERA: CIXIIDAE) ASSOCIADOS A  
PLANTIOS COMERCIAIS DE COQUEIRO NO MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL  
DO PARÁ- PA**

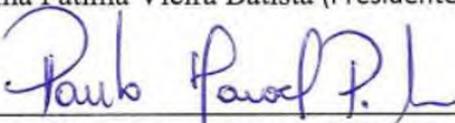
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia: Área de Concentração Agronomia, para obtenção do título de Mestre.

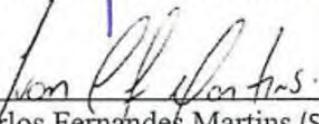
Orientador: Prof. Dr. Anderson Gonçalves da Silva  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Telma Fátima Vieira Batista

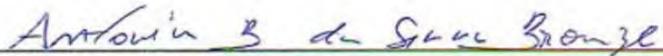
Aprovado em 25 de fevereiro de 2019

Belém (PA), 25 de fevereiro de 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>ª</sup>. Dra. Telma Fatima Vieira Batista (Presidente/Co-Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Pesq. Dr. Paulo Mandel Pontes Lins (Primeiro Examinador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ivan Carlos Fernandes Martins (Segundo Examinador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>ª</sup>. Dra. Antônia Benedita da Silva Bronze (Terceira Examinadora)

*Dedico esta, bem como todas as minhas demais  
conquistas aos meus pais Norma e José, a minha avó,  
Deusarina Faro, a minha irmã, Larissa Bastos  
e a minha namorada Fernanda Penner.  
Por todo o amor, dedicação, carinho e afeto incondicionais.  
Por tudo que alcancei e me tornei até hoje.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a DEUS, que sempre me deu forças para continuar trilhando nesta carreira que escolhi seguir e me inspira a continuar me aperfeiçoando;

A minha família, principalmente meus pais, padrasto, irmã e sobrinhos que se fizeram presentes em todos os momentos dessa caminhada, me incentivando e fornecendo toda a infraestrutura necessária para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional, em especial à minha avó, Deusarina Faro, que sempre foi a maior incentivadora do meu progresso e das minhas conquistas.

Agradeço à minha namorada e companheira Fernanda Penner, pelo carinho, amor e paciência, por todo o apoio emocional e incentivo no momento em que mais precisei, pelas palavras de apoio, noites mal dormidas, finais de semana perdidos, pois sem sua dedicação o sucesso na realização dos trabalhos não seria obtido.

Aos amigos que sempre se fizeram presentes e aos que adquiri no decorrer da Pós-graduação, que muitas vezes me ajudaram e deram forças para que a caminhada se tornasse menos difícil. Principalmente aos meus amigos irmãos Artur Vinícius Ferreira dos Santos, Isaac Souza Elgrably, William Carrera de Aviz, Denis de Pinho Sousa e Lizandra Siqueira.

Aos meus parceiros de estudo do museu de entomologia da Universidade Federal Rural da Amazônia, que compartilharam conhecimento tanto acadêmico quanto profissional, contribuindo para o meu crescimento pessoal.

Ao meu orientador e coorientadora, Dr Anderson Gonçalves da Silva e Dra Telma Fátima Vieira Batista pelo compartilhamento de suas experiências e ensinamentos e dias de desafios e pelo apoio nas horas em que precisei de ajuda;

Obrigado aos Professores Paulo Manoel Pontes Lins, Ivan Carlos Fernandes Martins e Antônia Benedita da Silva Bronze por aceitarem compor a banca de avaliação da minha dissertação.

A Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em agronomia Dra Gisele Barata da Silva, por sempre buscar o melhor para o programa e tornar possível o acesso dos pós-graduandos às empresas de maior destaque na Amazônia.

Agradeço a Empresa Sococo Agroindústrias da Amazônia, primordialmente ao Dr Paulo Lins, por acreditar no meu potencial e abrir as portas da empresa para mim, além do apoio financeiro e estrutural fornecido durante o período de um ano e sete meses de desenvolvimento desta dissertação, em especial, aos técnicos de fitossanidade Rafael Matos, Leandro Silva e Jander Couto que não mediram esforços para que a realização do trabalho fosse concluída com sucesso.

E a todas as pessoas que direta ou indiretamente fizeram parte da minha história possibilitando a concretização deste trabalho e contribuindo para me tornar o que sou hoje. Muito obrigado a todos!

*Lucas Faro Bastos*

## RESUMO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma cultura tropical de elevada produtividade, presente em praticamente toda a zona tropical do globo terrestre. Possui grande importância socioeconômica mundial devido a sua versatilidade, oferecendo notável variedade de produtos nos mais diferentes setores do comércio. A cocoicultura recentemente tem apresentado diminuição na produção, em grande parte o motivo para esse déficit está nos grandes entraves fitossanitários que vêm tornando-se um fator limitante para o seu cultivo. Objetivou-se identificar e comparar a composição e a estrutura de comunidades de insetos aéreos através de análise de similaridade em áreas com diferentes idades, tamanhos e condições ambientais em dois regimes de pluviosidade e também analisar a dinâmica espacial e flutuação populacional de *Haplaxius crudus* com o auxílio da geoestatística. O estudo foi conduzido em um plantio comercial de coqueiro pertencente à empresa Sococo Agroindústria da Amazônia, localizada no município de Santa Isabel do Pará-PA, com a utilização de 40 armadilhas adesivas do tipo painel amarelo instaladas na base da copa das plantas em cada área do experimento, sendo 8 parcelas de plantio de coco que se diferiram quanto à épocas de plantio, tamanho de área e condições ambientais, também foram instaladas em uma área de mata ciliar para fins comparativos. Utilizou-se método de análise multivariada (*Cluster analysis*) para a formação de agrupamentos de comunidades para avaliar a similaridade entre as parcelas e as famílias de insetos. As plantas amostradas no experimento foram georreferenciadas com o intuito da obtenção de suas coordenadas geográficas para a análise geoestatística. Ao decorrer de todo o tempo de amostragem foram coletados um total de 62.722 insetos distribuídos em 117 famílias pertencentes a 12 ordens nos períodos seco e chuvoso. Observou-se no período seco um total 26.540 espécimes coletados pertencentes a 48 famílias e 8 ordens. As maiores similaridades foram entre as parcelas J161 x J153, ambas adjacentes a um açude, seguido por M154 x J153, cuja a primeira parcela é atravessada por uma faixa de mata. Já no período chuvoso notou-se uma quantidade relativamente maior de espécimes coletados, cerca de 34% a mais do que no período seco, de 35.572, distribuídos entre 52 famílias de 12 ordens distintas, sendo as áreas mais abundantes: H121, seguida de J161 e H103. Em contrapartida quanto a coleta de *Haplaxius crudus* pôde-se notar também que os fatores meteorológicos apresentaram correlação com o total de insetos, positiva para a temperatura, expresso por 0,733 e negativa para a precipitação, evidenciado por -0,606, demonstrando que o aumento da temperatura é favorável ao crescimento populacional, bem como o aumento da pluviosidade contribuiu para a diminuição da população da cigarrinha. Concluiu-se que a distribuição espacial de *Haplaxius crudus* apresentou padrão agregado, explicado pelo modelo esférico. Também concluiu-se que a similaridade entre as áreas de plantio mais antigo e a mata ciliar é maior do que com plantios de menor idade. A pluviosidade e temperatura apresentam importante influência sob diversidade, abundância e riqueza da comunidade de insetos aéreos em plantios de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará-PA.

**Palavras-chave:** Diversidade. Geoestatística. Manejo Integrado. Entomologia. Cigarrinha.

## ABSTRACT

Coconut palm (*Cocos nucifera* L.) is a tropical crop of high productivity, present in practically the entire tropical zone of the terrestrial globe. It has great socioeconomic importance worldwide due to its versatility, offering a remarkable variety of products in the most different sectors of the trade. Cocoa cultivation has recently shown a decrease in production, in large part the reason for this deficit lies in the major phytosanitary barriers that have become a limiting factor for their cultivation. The objective was to identify and compare the composition and structure of aerial insect communities through similarity analysis in areas with different ages, sizes and environmental conditions in two rainfall regimes and to analyze the spatial dynamics and population fluctuation of *Haplaxius crudus* with assistance of geostatistics. The study was conducted in a commercial coconut plantation belonging to the company Sococo Agroindústria da Amazônia, located in the municipality of Santa Isabel do Pará-PA, with the use of 40 yellow panel-type adhesive traps installed at the base of the canopy of the plants in each area of the experiment, 8 coconut plantation plots that differed for planting times, area size and environmental conditions were also installed in a riparian forest area for comparative purposes. A multivariate analysis method (*Cluster analysis*) was used to form community clusters to evaluate the similarity between plots and insect families. The plants sampled in the experiment were georeferenced with the purpose of obtaining their geographic coordinates for the geostatistical analysis. During the whole sampling period, a total of 62,722 insects distributed in 117 families belonging to 12 orders were collected in the dry and rainy periods. A total of 26,540 collected specimens belonging to 48 families and 8 orders were observed in the dry period. The greatest similarities were between the plots J161 x J153, both adjacent to a pond, followed by M154 x J153, whose first plot is crossed by a strip of forest. In the rainy season, a relatively greater number of specimens collected, about 34% more than in the dry period, were found in 35,572 distributed among 52 families of 12 different orders, with the most abundant areas being H121, followed by J161 and H103. In contrast to the collection of *Haplaxius crudus* it was also noted that the meteorological factors showed a correlation with the total of insects, positive for the temperature, expressed as 0.733 and negative for the precipitation, evidenced by -0,606, demonstrating that the increase in temperature is favorable to population growth, as well as increased rainfall has contributed to the decline in the population of the spittlebug. It was concluded that the spatial distribution of *Haplaxius crudus* presented an aggregate pattern, explained by the spherical model. It was also concluded that the similarity between the older planting areas and the ciliary forest is greater than with the younger plantings. Rainfall and temperature have an important influence on the diversity, abundance and richness of the community of aerial insects in coconut plantations in the municipality of Santa Isabel do Pará-PA.

**Keywords:** Diversity. Geostatistics. Integrated Management. Entomology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Imagem georreferenciada da parcela H103, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 4 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 21
- Figura 2.** Imagem georreferenciada da parcela H151, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 5 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa. ....21
- Figura 3.** Imagem georreferenciada da parcela J152, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 6 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 22
- Figura 4.** Imagem georreferenciada da parcela J153, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 6 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 23
- Figura 5.** Imagem georreferenciada da parcela J161, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 6 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 23
- Figura 6.** Imagem georreferenciada da parcela M154, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 6 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 24
- Figura 7.** Imagem georreferenciada da parcela H121, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 7 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 25
- Figura 8.** Imagem georreferenciada da parcela I103, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 7 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 25
- Figura 9.** Imagem georreferenciada da área MC, os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas 15 m uma da outra em área de mata ciliar, adjacente a plantio comercial de coco, com cerca de 16 ha no município de Santa Isabel do Pará-Pa. ....26
- Figura 10.** Dendrograma da análise de Similaridade de Morisita de comunidades de famílias de insetos em plantio comercial coqueiro e área de mata ciliar, no período seco no município de Santa Isabel do Pará-PA. .... 35
- Figura 11.** Dendrograma da análise de Similaridade de Morisita, de comunidades de famílias de insetos em plantios comerciais de coqueiro e área de mata ciliar, no período chuvoso no município de Santa Isabel do Pará-PA. ....36
- Figura 12.** Dendrograma da análise de agrupamento (*Cluster analysis*) de famílias de insetos, com a utilização do método Dice, presentes no período seco em plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará,Pa..... 38
- Figura 13.** Dendrograma da análise de agrupamento (*Cluster analysis*) de famílias de insetos, com a utilização do método Dice, presentes no período chuvoso em parcelas de plantio comercial de coqueiro e área de mata ciliar no Município de Santa Isabel do Pará,Pa. ....40
- Figura 14.** Mapa da Fazenda Reunidas Sococo, localizada no município de Santa Isabel do Pará – PA.....47
- Figura 15.** Disposição das armadilhas adesivas para captura de *H. crudus* em área experimental de plantio de coqueiro, município de Santa Isabel do Pará, Pa. ....50

- Figura 16.** Precipitação, temperatura e flutuação populacional de *Haplaxius crudus*, coletados mensalmente em plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará-Pa.. 53
- Figura 17.** Gráfico de dispersão que mostra a correlação entre o total mensal de indivíduos de *Haplaxius crudus* coletados e a precipitação média mensal, no período de outubro de 2017 a setembro de 2018, significativo a  $p \geq 0,05$ . ..... 54
- Figura 18.** Correlação entre o total mensal de indivíduos de *Haplaxius crudus* coletados e temperatura mensal, no período de outubro de outubro de 2017 a setembro de 2018, significativo a  $p \geq 0,05$ . ..... 55
- Figura 19.** Semivariogramas da infestação de *Haplaxius crudus* em plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará, referentes aos meses de Outubro (A), Novembro (B), Dezembro (C) de 2017 e Julho (D), Agosto (E) e Setembro (F) de 2018. Município de Santa Isabel do Pará, Pa, Brasil. .... 57
- Figura 20.** Mapa de Krigagem da distribuição espacial de *Haplaxius crudus* e altimetria (linhas tracejadas) em plantio comercial de coqueiro, referentes aos meses de Outubro (H), Novembro (I), Dezembro (J) de 2017. Município de Santa Isabel do Pará, Pa, Brasil. .... 59
- Figura 21.** Mapa de Krigagem da distribuição espacial de *Haplaxius crudus* e altimetria (linhas tracejadas) em plantio comercial de coqueiro, referentes aos meses de Julho (K), Agosto (L) e Setembro (M) de 2018. Município de Santa Isabel do Pará, Pa, Brasil. .... 60

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Abundância de famílias de insetos coletados no período seco em plantios comerciais de coqueiro e em uma área de mata ciliar no município de Santa Isabel do Pará-Pa.....	30
<b>Tabela 2.</b> Abundância de famílias de insetos coletados no período chuvoso em plantios comerciais de coqueiro e em uma área de mata ciliar no município de Santa Isabel do Pará-Pa. ....	32
<b>Tabela 3.</b> Quociente de similaridade de Sorensen em percentual (%) de comunidades de famílias de insetos em plantios comerciais de coqueiro e em uma área de mata ciliar, no período seco no município de Santa Isabel do Pará-PA. ....	34
<b>Tabela 4.</b> Quociente de similaridade de Sorensen em percentual (%) de comunidades de famílias de insetos em plantios comerciais de coqueiro e em mata ciliar, no período chuvoso no município de Santa Isabel do Pará-PA .....	34
<b>Tabela 5.</b> Parâmetros do semivariograma, área de alcance, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), índice de dependência espacial e modelo experimental para análise geoestatística da infestação de <i>Haplaxius crudus</i> em plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará, Pa, Brasil.....	56

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	14
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	15
<b>2</b>	<b>FAMÍLIAS DE INSETOS AÉREOS ASSOCIADOS A PLANTIOS COMERCIAIS DE COQUEIRO, NO MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL DO PARÁ-PA</b> .....	17
	<b>RESUMO</b> .....	17
	<b>ABSTRACT</b> .....	18
<b>2.1</b>	<b>Introdução</b> .....	18
<b>2.2</b>	<b>Material e Métodos</b> .....	20
<b>2.2.1</b>	<b>Área de estudo</b> .....	20
<b>2.2.2</b>	<b>Descrição do experimento</b> .....	26
<b>2.2.3</b>	<b>Obtenção de dados meteorológicos</b> .....	27
<b>2.2.4</b>	<b>Análise dos dados</b> .....	27
<b>2.3</b>	<b>Resultados e Discussão</b> .....	27
<b>2.4</b>	<b>Conclusão</b> .....	41
<b>2.5</b>	<b>Referências</b> .....	41
<b>3</b>	<b>DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE <i>Haplaxius crudus</i> (VAN DUZEE), 1907 (HEMIPTERA: CIXIIDAE) EM PLANTIOS DE COQUEIRO EM SANTA ISABEL DO PARÁ-PA</b> .....	44
	<b>RESUMO</b> .....	44
	<b>ABSTRACT</b> .....	44
<b>3.1</b>	<b>Introdução</b> .....	45
<b>3.2</b>	<b>Material e Métodos</b> .....	47
<b>3.2.1</b>	<b>Área Experimental</b> .....	47
<b>3.2.2</b>	<b>Delineamento experimental</b> .....	48
<b>3.2.3</b>	<b>Obtenção de dados meteorológicos</b> .....	49
<b>3.2.4</b>	<b>Georeferenciamento e levantamento planialtimétrico da área em estudo</b> .....	49
<b>3.2.5</b>	<b>Análise Geoestatística</b> .....	50
<b>3.3</b>	<b>Resultados e Discussão</b> .....	52
<b>3.4</b>	<b>Conclusões</b> .....	61
<b>3.5</b>	<b>Referências</b> .....	61
<b>4</b>	<b>Considerações Finais</b> .....	65

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma cultura tropical de elevada produtividade, presente em praticamente toda a zona tropical do globo terrestre. Possui grande importância socioeconômica mundial devido a sua versatilidade, oferecendo notável variedade de produtos alimentícios. Segundo dados da FAOSTAT (2016), o Brasil é um dos países destaques nesta atividade, ocupa o posto de quarto maior produtor, tendo o estado do Pará, na Amazônia brasileira, importante papel econômico, detendo cerca de 11,13% da produção nacional, isto é, 173.788 ton.

Um ambiente equilibrado é constituído por um vasto grupo de seres vivos, dentre os quais encontram-se os insetos, cujas funções desempenhadas nos ecossistemas incluem ações importantes para o aumento da qualidade ambiental como a ciclagem de nutrientes, polinização, decomposição, etc., caracterizando e possibilitando um grande nicho de relações ecológicas fundamentais para o equilíbrio das guildas de fauna e flora (POMPEO *et al.* 2016; GARUZZO; PEREIRA, 2018).

Conhecer os grupos de insetos presentes em plantios comerciais é de suma importância para a tomada de decisões quanto às medidas que serão adotadas para o monitoramento dos insetos-praga, por exemplo, já que, a utilização demasiada de produtos químicos no controle destes indivíduos pode acarretar problemas como a redução populacional de inimigos naturais, além do aumento gradativo na resistência dos insetos de interesse (CARVALHO *et al.*, 2003). Nesse sentido, o manejo de pragas vem se tornando a melhor alternativa para a redução da perda de produtividade nos monocultivos.

A cococultura recentemente tem apresentado diminuição na produção, em grande parte o motivo para esse déficit está nos grandes entraves fitossanitários que vêm tornando-se um fator limitante para o seu cultivo. Dentre os maiores problemas pode-se enfatizar o Amarelecimento Letal do coqueiro como aquele que mais tem afetado os plantios desta cultura pelo mundo, devido à agressividade e altas taxas de mortalidade causada pela doença (BILA *et al.*, 2017).

O Amarelecimento Letal está presente em países da África, Américas do Norte e Central. Ainda não existem relatos da presença da doença no Brasil, mas a presença do inseto vetor é relatada. O agente causador da doença é um grupo específico, de composição celular semelhante à das bactérias, denominados fitoplasmas. Este patógeno tem como principal vetor

a cigarrinha, *Haplaxius crudus* (Van Duzee), 1907 (Hemiptera: Cixiidae), a qual é responsável pela disseminação da doença (CANCINO, 2018).

Este cixíídeo infecta a planta no momento da alimentação, succionando a seiva elaborada da parte abaxial das folhas. A cigarrinha *H. crudus* possui reprodução contínua durante o ano, sendo mais abundante em períodos menos chuvosos. O acasalamento acontece preferencialmente em gramíneas de pequeno porte, com a ovoposição sendo realizada na base destas gramíneas (TSAI E KIRSCH, 1978). Nesse contexto, os levantamentos fitossanitários tornaram-se muito importantes para o monitoramento de pragas, como no caso *H. crudus*, o qual poderá trazer altos prejuízos a cocoicultura brasileira caso a presença do fitoplasma seja confirmada em seu organismo.

Nesses casos, a geoestatística torna-se uma excelente ferramenta para a busca de padrões na forma de distribuição de muitos insetos-praga em diversas culturas ou até no auxílio da prevenção de possíveis infestações, onde a partir de resultados obtidos pode-se realizar a forma mais adequada de manejo. Vários estudos nessa linha de pesquisa vêm sendo realizados embasando a utilização desta ferramenta como um importante auxílio ao manejo integrado de pragas, como os de Fernandes *et al.* (2003), Dinardo-Miranda *et al.* (2007), Trindade *et al.* (2017), e Farias *et al.* (2018).

Desta forma, trabalhos envolvendo levantamento de diversidade entomofaunística e dinâmica de populações de pragas possuem grande importância científica devido à alta demanda por novas tecnologias de monitoramento fitossanitário que são exigidas por culturas de produção contínua como as palmáceas. Devido a esta problemática, possuímos dois objetivos: (i) Identificar e comparar a composição e a estrutura de comunidades de insetos aéreos através de análise de similaridade em áreas com diferentes idades, tamanhos e condições ambientais em dois regimes de pluviosidade e também (ii) Analisar a dinâmica espacial e flutuação populacional de *Haplaxius crudus* com o auxílio da geoestatística.

## REFERÊNCIAS

- BILA, J.; MONDJANA, A.; SAMILS, B.; HOGBERG, N.; WILSON, M. R.; SANTOS, L. First report of ‘Candidatus Phytoplasma palmicola’ detection in the planthopper *Diostrombus mkurangai* in Mozambique. *Bulletin of Insectology*, v. 70, n. 1, p. 45-48, 2017.
- CANCINO, P. J. P. Los vehículos de dawkins y el amarillamiento letal del cocotero. *Elementos*, México, v. 112, p. 3-8, 2018.
- CARVALHO, J. E. B.; CARVALHO, L. L.; SOUZA, L. S.; SANTOS, R. C. Interferência de preparos e manejos de solo na dinâmica da água no seu perfil. *In: Congresso Brasileiro de*

Ciências do solo, 29. Ribeirão Preto. 2003.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; VIEIRA, S. R.; FRACASSO, J. V.; GREGO, C. R. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva Fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantina**, Campinas, v. 66, p. 449-455, 2007.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization. Crops.** 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

FARIAS, P. R. S.; HARADA, A. Y.; FILGUEIRAS, C. C.; LIMA, B. G.; SALES, T. M.; SILVA, A. G.; SOUZA, B. H. S. Mapping *Azteca barbifex* Forel (Hymenoptera: Formicidae) dispersal in georeferenced Orange (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) orchard in the Eastern Amazon, Brasil. **Insectes Sociaux**, v. 65, n. 2, p. 345-350, 2018.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) em Algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 1, p. 107-115, 2003.

GARUZZO, M. S. P. B.; PEREIRA, R. R. C. Diversidade da entomofauna em um plantio de cacau (*Theobroma cacao*) no município de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Pubvet**, v. 12, n. 11, p. 1-5, nov. 2018.

POMPEO, P. N.; FILHO, L. C. I. O.; FILHO, O. K.; MAFRA, A. L.; BARETTA, C. R. D. M.; BARETTA, D. Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, n. 1, 2016.

TRINDADE, R. B. R.; FERNANDES, M. G.; OLIVEIRA, A. C.; MARTINS, P. H. A. Distribuição espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, noctuidae) em milho convencional e Bt. **Entomobrasilis**, Dourados, v. 10, n. 2, p. 89-93, 2017.

TSAI J. H.; KIRSCH O. H. Bionomics of *Haplaxius crudus* (Homoptera: Cixiidae). **Environmental Entomology**, Oxford, v. 7, n. 2, abr. 1978.

## 2 FAMÍLIAS DE INSETOS AÉREOS ASSOCIADOS A PLANTIOS COMERCIAIS DE COQUEIRO, NO MUNICÍPIO DE SANTA ISABEL DO PARÁ

### RESUMO

A cultura do coco desempenha um papel de grande importância para a economia brasileira. O Brasil encontra-se em colocações de destaque mundial em relação à produção de frutos e ao tamanho de área em que o mesmo é colhido, respectivamente quarta e quinta. Além de ser o país detentor da maior produtividade do fruto. O levantamento e a classificação taxonômica da biodiversidade entomológica fornecem subsídios para o desenvolvimento de planos de manejo sustentáveis, visto que para escolher a melhor estratégia de gerenciamento das técnicas de controle de insetos-pragas é necessário que haja o conhecimento prévio da comunidade entomofaunística presente em monocultivos. Portanto este trabalho objetivou Identificar e comparar a composição e a estrutura de comunidades de insetos aéreos através de análise de similaridade em áreas com diferentes idades, tamanhos e condições ambientais em dois regimes de pluviosidade. O estudo foi conduzido em um plantio comercial de coqueiro pertencente a empresa Sococo Agroindústria da Amazônia, localizada no município de Santa Isabel do Pará-PA, com a utilização de 40 armadilhas adesivas do tipo painel amarelo instaladas na parte abaxial das folhas mais baixas (a cerca de 1,5 m de distância do solo) em cada área do experimento, sendo 8 parcelas de plantio de coqueiro que se diferiram quanto à épocas de plantio, tamanho de área e condições ambientais e uma área de mata ciliar para fins comparativos. Ao decorrer de todo o tempo de amostragem foram coletados um total de 62.722 insetos distribuídos em 117 famílias pertencentes a 12 ordens. As áreas onde ocorreram maior número de insetos no período seco localizam-se próximas à áreas de mata que são identificadas como M154, J161 e H103, com um total de 4978, 3702 e 3689 de insetos coletados respectivamente. As famílias de insetos mais abundantes neste mesmo período foram Trichogrammatidae (Hymenoptera), sucedida de Coccinellidae (Coleoptera), Thripidae (Thysanura), Phoridae (Diptera) e Dolichopodidae (Diptera). Observou-se que as maiores similaridades foram entre as parcelas J161 x J153, ambas adjacentes a um açude, seguido por M154 x J153, cuja a primeira parcela é atravessada por uma faixa de mata. No período chuvoso notou-se uma quantidade relativamente maior de espécimes coletados, de 35.572, distribuídos entre 52 famílias de 12 ordens distintas, sendo as áreas mais abundantes: H121, seguida de J161 e H103. No período chuvoso, as famílias mais abundantes foram Dolichopodidae, Trichogrammatidae, Phoridae e Drosophilidae. Neste período as maiores similaridades foram entre as parcelas I103 x MC, H121 x H103 e H121 x M154. Pode-se concluir que a constituição da entomofauna aérea associada a plantios comerciais de coco sofre alterações na sua constituição, a qual pode estar relacionada a influência das condições climáticas. A diversidade e riqueza das famílias encontradas são maiores em área mais preservadas, como mata ciliar do que nas áreas dos plantios comerciais da cultura.

**Palavras-chave:** Análise de cluster. Multivariada. Armadilha Adesiva. Similaridade. Dolichopodidae.

## ABSTRACT

The coconut culture plays a role of great importance for the Brazilian economy. Brazil is in outstanding positions worldwide in relation to the production of fruits and the size of the area in which it is harvested, respectively, fourth and fifth. Besides being the country that has the highest yield of the fruit. The survey and taxonomic classification of entomological biodiversity provide subsidies for the development of sustainable management plans, since to choose the best management strategy for pest insect control techniques, it is necessary to have prior knowledge of the entomofaunistic community present in monocultures. Therefore this work aimed to identify and compare the composition and structure of aerial insect communities through similarity analysis in areas with different ages, sizes and environmental conditions in two rainfall regimes. The study was conducted in a coconut plantation belonging to the company Sococo Agroindústria da Amazônia, located in the municipality of Santa Isabel do Pará-PA, with the use of 40 yellow panel-type adhesive traps installed in the abaxial part of the lower leaves about 1.5 m from the ground) in each area of the experiment, with 8 coconut plantation plots differing in planting season, area size and environmental conditions, and a riparian forest area for comparative purposes. Throughout the sampling time, a total of 62,722 insects distributed in 117 families belonging to 12 orders were collected. The areas with the highest number of insects in the dry season are located close to the forest areas identified as M154, J161 and H103, with a total of 4978, 3702 and 3689 insects collected respectively. The most abundant insect families in this same period were Trichogrammatidae (Hymenoptera), succeeded by Coccinellidae (Coleoptera), Thripidae (Thysanura), Phoridae (Diptera) and Dolichopodidae (Diptera). It was observed that the greatest similarities were between plots J161 x J153, both adjacent to a pond, followed by M154 x J153, whose first plot is crossed by a strip of forest. In the rainy season, a relatively larger number of specimens collected from 35,572 were distributed among 52 families of 12 distinct orders, with the most abundant areas being H121, followed by J161 and H103. In the rainy season, the most abundant families were Dolichopodidae, Trichogrammatidae, Phoridae and Drosophilidae. In this period the greatest similarities were between plots H103 x MC, H121 x H103 and H121 x M154. It can be concluded that the formation of the aerial entomofauna associated to commercial coconut plantations undergoes changes in its constitution, which may be related to the influence of climatic conditions. The diversity and richness of the families found are greater in more preserved areas, such as ciliary forest than in the commercial plantation areas of the crop.

**Keywords:** Cluster analysis. Multivariate. Adhesive Trap. Similarity. Dolichopodidae.

### 2.1 Introdução

A cultura do coco desempenha importante papel na economia brasileira, sendo o Brasil, mesmo em quarto lugar em relação a produção e quinta maior área plantada, possuidor da maior produtividade, com cerca de 11,32 toneladas por hectare colhido de coco (FAOSTAT 2016). Isto deve-se principalmente ao fato do sistema produtivo da cultura no país ter recebido investimentos em insumos e novas tecnologias agrícolas, diferentemente da realidade do resto do mundo que ainda utiliza o sistema extrativista de produção, cuja produtividade depende

diretamente da expansão da área e não do emprego e melhoria dos recursos tecnológicos utilizados (FROÉS JUNIOR *et al.*, 2019).

O estudo dos insetos é um dos principais fatores de compreensão organizacional dos ecossistemas, sendo também um importante recurso para levantar informações sobre as relações entre estes e o meio ambiente, além de possibilitar a indicação de condições ambientais naturais (SANTOS; ZEQUI, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2018).

O aumento gradativo nos estudos relativos ao levantamento de insetos em monocultivos deve-se principalmente às crescentes preocupações com os problemas econômicos que estes podem acarretar no setor agrícola, gerando impactos diretos na produtividade e consequentemente diminuindo a rentabilidade econômica (SOUZA, LEMOS, 2004). A cocoicultura é associada à cerca de 547 espécies de artrópodes, que podem acarretar danos substanciais no seu desenvolvimento ou até a morte das palmeiras infestadas, sendo estes fatores limitantes na produção (NAVA *et al.*, 2006).

Alguns importantes exemplos de insetos-praga de recorrentes estudos são o *Rhynchophorus palmarum* L., 1764 (Coleoptera: Curculionidae), causador de danos diretos e indiretos nas palmeiras, que incluem a abertura de galerias no estipe e a transmissão do nematóide causador do anel vermelho (SANTOS *et al.* 2018) e o *Haplaxius crudus* (Van Duzee), 1907 (Hemiptera: cixiidae), vetor do fitoplasma causador do Amarelecimento Letal do coqueiro (SILVA *et al.*, 2019)

Estes impactos, porém, não se restringem apenas aos danos negativos, sendo também comuns grupos de insetos que desempenham funções ambientais importantes para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, como a polinização e o controle natural de espécies-pragas (RAVEN, 2013).

A presente pesquisa foi idealizada com o intuito de responder as seguintes hipóteses: (i) A diversidade das famílias de insetos aéreos em áreas de plantios de coqueiro com diferentes idades é maior do que em áreas de mata ciliar; (ii) A presença e quantidade de insetos aéreos associados a plantios de coqueiro sofrem influência da sazonalidade; (iii) A constituição das famílias de insetos aéreos sofre variação de acordo com a idade dos plantios e condições ambientais em que se encontram. Tendo em vista a necessidade de monitoramentos fitossanitários periódicos, visando a identificação dos principais grupos de insetos benéficos e pragas, este trabalho objetivou identificar e comparar a composição e a estrutura de comunidades de insetos aéreos através de análise de similaridade em áreas com diferentes idades, tamanhos e condições ambientais em dois regimes de pluviosidade em áreas comerciais de coqueiro anão no município de Santa Isabel do Pará-Pa.

## 2.2 Material e Métodos

### 2.2.1 Área de estudo

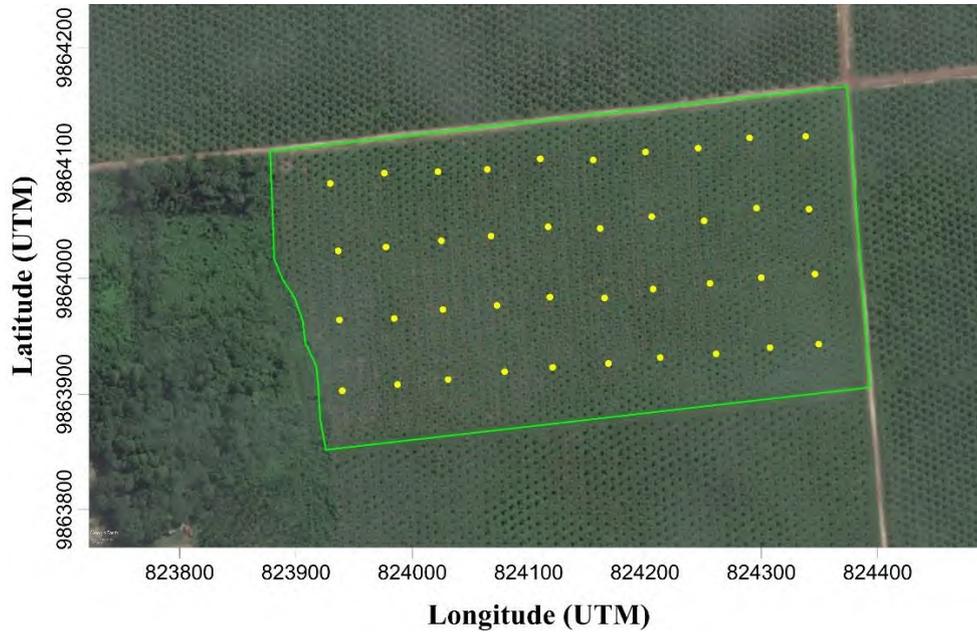
O experimento foi realizado na Fazenda Reunidas Sococo, localizada no município de Santa Isabel do Pará, mais precisamente a 01° 13' 40,16" de latitude sul e 48° 02' 54,35" de longitude oeste de Greenwich, em plantios comerciais de coco anão verde do Brasil. Altos índices de precipitação caracterizam a área, com acúmulo de cerca de 3.000 mm. A classificação climática segundo Köppen-Geiger é do tipo Afi (SEMA, 2017). Predomina-se na área vegetação secundária do tipo capoeira, com alguns focos de pastagens bem distinguidos. Os solos de maior preeminência são do tipo Neossolo quartzarênico, (SANTOS, *et. al.* 2001).

Selecionou-se para o estudo 9 parcelas, denominadas de H103, H121, H151, I103, J152, J153, J161, M154 e Mata Ciliar. Estas possuem idades e áreas variáveis, de forma que se fossem obtidos níveis de contraste com o ambiente, isto é, enquanto algumas parcelas encontram-se localizadas próximas a corpos hídricos outras localizam-se aos arredores de matas, o que pode implicar em maiores níveis de diversidade entomofaunística entre uma região e outra.

Dentre as áreas eleitas, foram obtidas quatro idades diferentes, das quais pode-se descrever:

H103 (Figura 1), com 4 anos de idade, circundada por plantios de coco verde em produtividade em suas laterais e possui cerca de 25% área de mata ciliar com focos de clareiras ao fundo. Esta parcela possui 11,27 há de extensão.

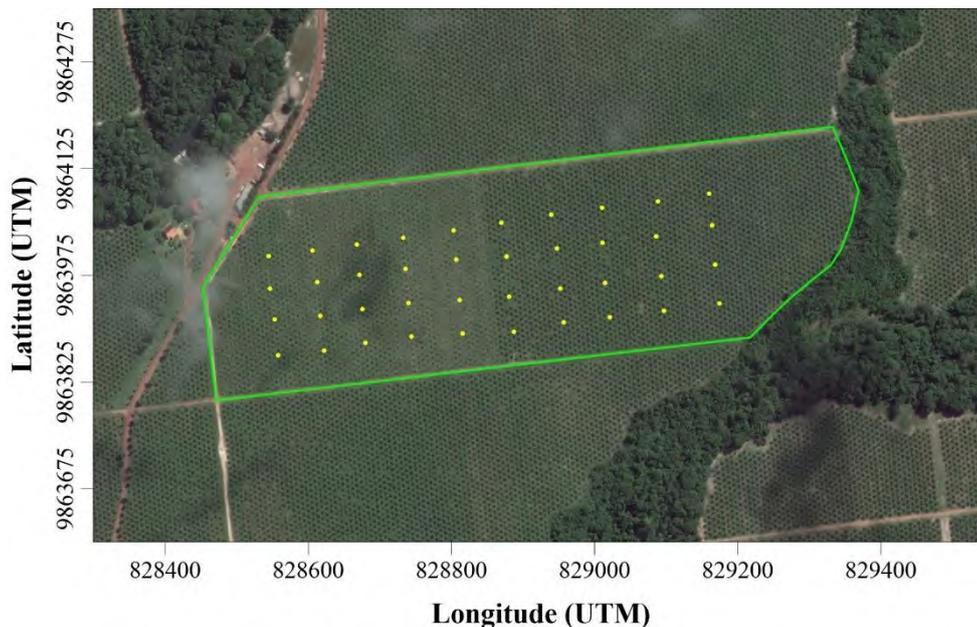
**Figura 1.** Imagem georreferenciada da parcela H103, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 4 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



Fonte: Autor, 2018.

A parcela H151 possui cerca de 15% de mata ciliar dentro dos seus limites, está localizada fronteira a área que contém benfeitorias da empresa, onde pode-se encontrar um fluxo constante de pessoas e maquinário, detém cerca de 10,00 ha e 5 anos de idade de plantio.

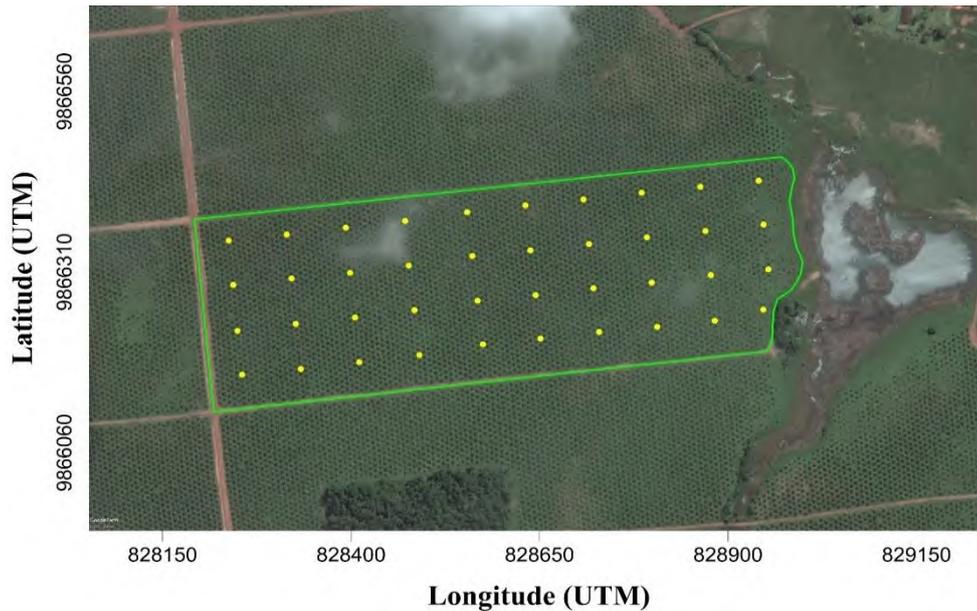
**Figura 2.** Imagem georreferenciada da parcela H151, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco no município de Santa Isabel do Pará-Pa. 5 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



Fonte: Autor, 2018.

A área J152 (Figura 3) é cercada por áreas de plantio comercial de coco e encontra-se à margem de um açude, além de estar localizada próximo a focos de pastagens. Esta detém 6 anos de idade e 19,21 ha de extensão.

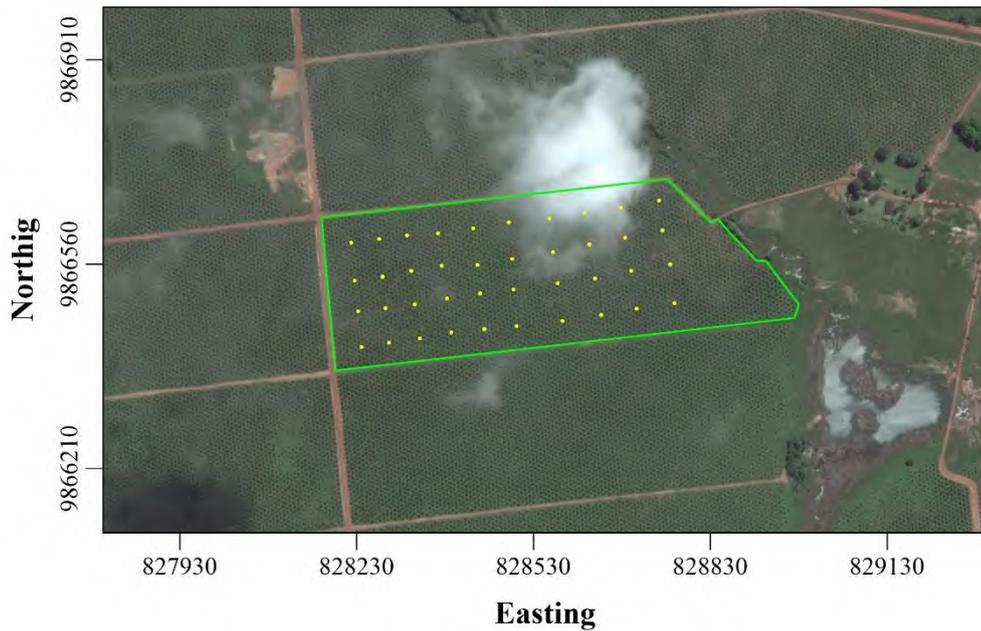
**Figura 3.** Imagem georreferenciada da parcela J152, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 6 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



**Fonte:** Autor, 2018.

A área J153 (Figura 4) é cercada por áreas de plantio comercial de coco e encontra-se nas proximidades de um açude, além de focos de pastagens. Estas possuem 6 anos de idade e 19,21 e 17,48 ha, respectivamente.

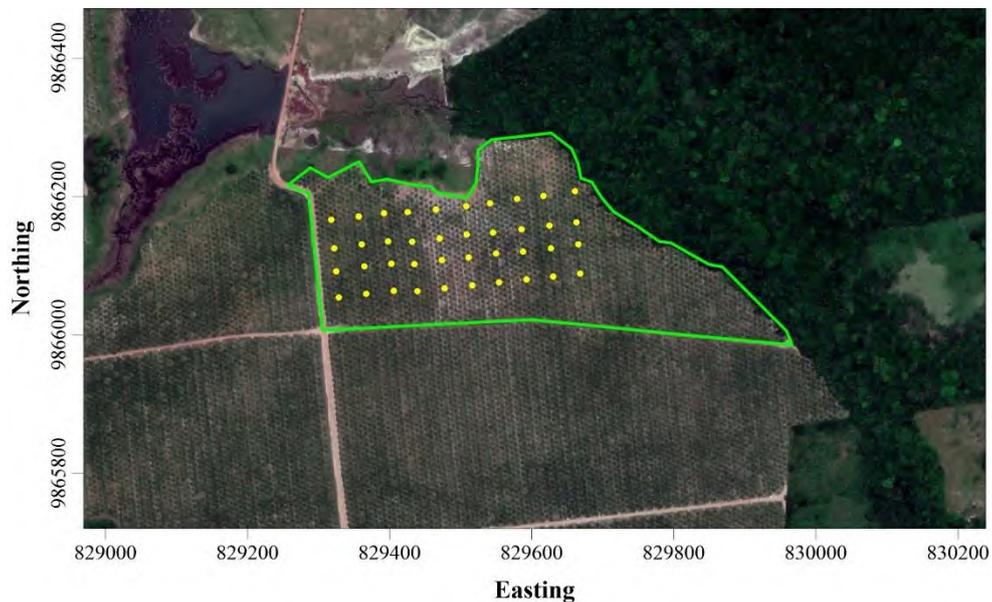
**Figura 4.** Imagem georreferenciada da parcela J153, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 6 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



Fonte: Autor, 2018.

A parcela J161 (Figura 5) encontra-se fronteira a uma região de mata densa, com características semelhantes à área de mata ciliar utilizada neste experimento. Também possui em suas adjacências pequenos focos de pastagens. Sua dimensão é de 10,68 ha e possui 6 anos de idade.

**Figura 5.** Imagem georreferenciada da parcela J161, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 6 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



Fonte: Autor, 2019.

M154 (Figura 6) é circundada por parcelas de plantio de coco nas laterais e fundo, o que a difere das demais parcelas com esta mesma descrição é a presença de uma faixa de mata atravessando o plantio. Esta possui 14,09 ha e 6 anos de idade.

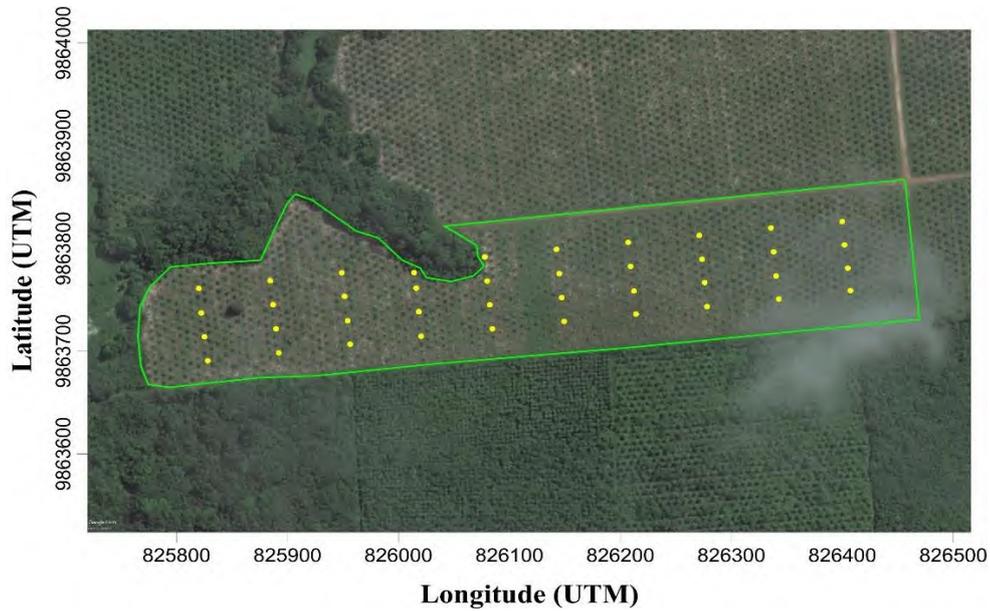
**Figura 6.** Imagem georreferenciada da parcela M154, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 6 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



**Fonte:** Autor, 2018.

H121 (Figura 7) possui 7 anos de idade, tem proximidade a plantios de coco abandonados e plantios comerciais em plena produção, além de ter 5% de área de mata dentro dos seus limites. Esta parcela possui 11,08 ha.

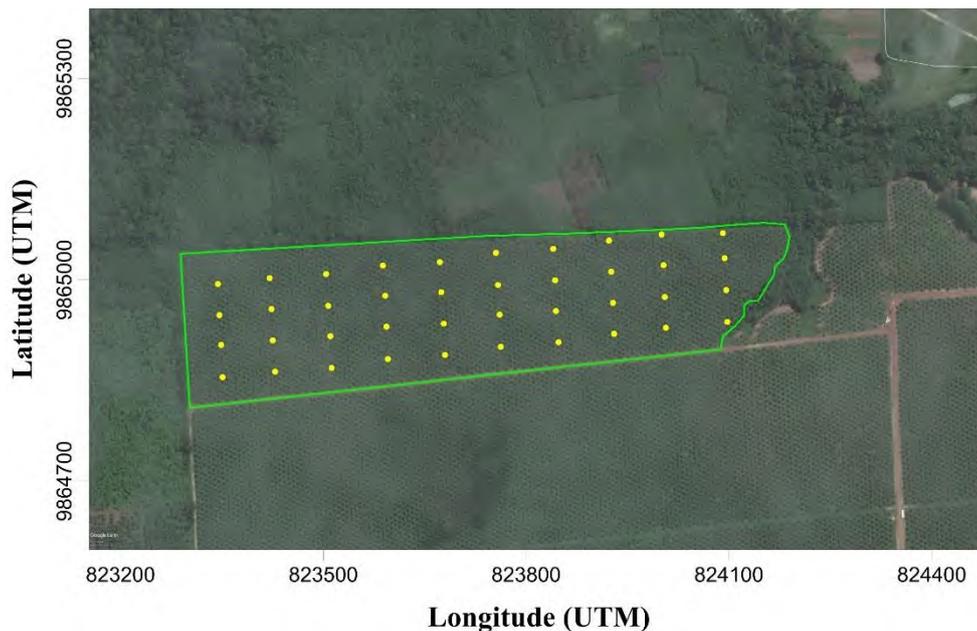
**Figura 7.** Imagem georreferenciada da parcela H121, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 7 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



Fonte: Autor, 2018.

I103 (Figura 8) possui 7 anos de idade, encontra-se nas proximidades de plantios comerciais de coco em plena produção e área de pastagens. A parcela mede 18,11 ha.

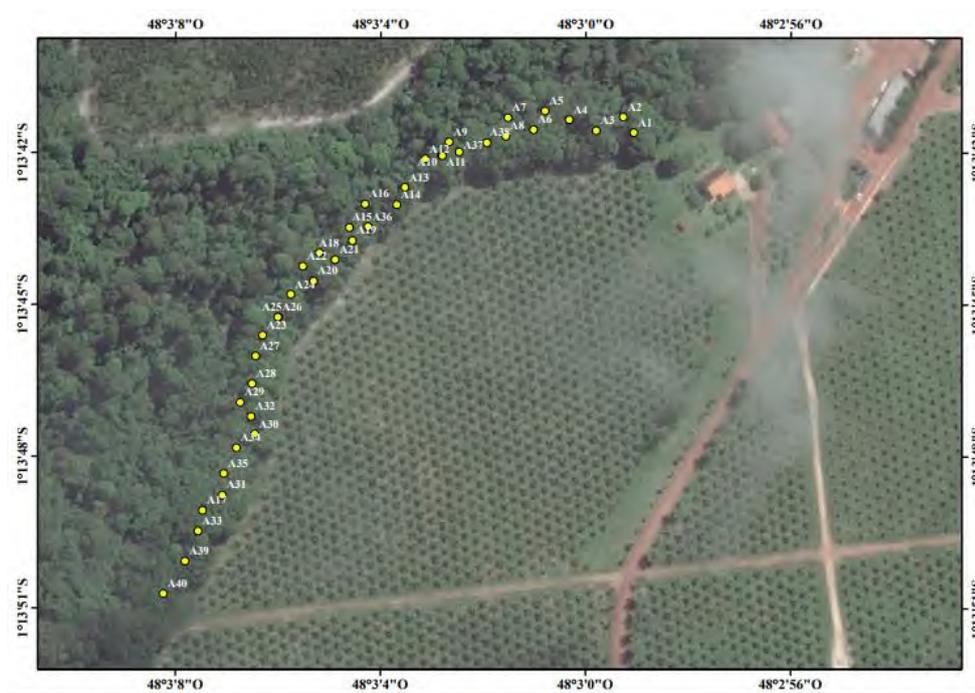
**Figura 8.** Imagem georreferenciada da parcela I103, a linha verde delimita a área utilizada no experimento e os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas na área de plantio comercial de coco com 7 anos de idade no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



Fonte: Autor, 2018.

A faixa de Mata Ciliar (Figura 9) possui cerca de 16 ha, cuja vegetação detém um dossel de em torno de 10 a 15 m, com árvores emergentes alcançando 20 m. As plantas marginais sofrem influência das cheias do rio nos períodos chuvosos, permanecendo úmidas ou alagadas durante todo o período de estudo. Esta área não sofreu ação antrópica ou perturbações que pudessem interferir no experimento durante todo o tempo de coleta.

**Figura 9.** Imagem georreferenciada da área MC, os pontos amarelos representam as 40 armadilhas adesivas distribuídas 15 m uma da outra em área de mata ciliar, adjacente a plantio comercial de coco, com cerca de 16 ha no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



**Fonte:** Autor, 2018.

### 2.2.2 Descrição do experimento

Em cada área estudada foram instaladas 40 armadilhas adesivas do tipo painel amarelo quadriculado, da marca ISCA, fixadas nas copas dos coqueiros e dispostas sistematicamente de forma que se possa obter a melhor representatividade da entomofauna aérea das parcelas, totalizando 720 armadilhas.

A coleta foi realizada no período de Agosto de 2017 a Março de 2018, sendo dividida em dois períodos distintos: período seco (SE), nos meses de Agosto, Setembro e Outubro e período chuvoso (CH), nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março, conforme metodologia já adotada por outros pesquisadores, como Santos (1999), Barbosa (2008) e Santo (2010).

As armadilhas adesivas permaneceram em campo por uma semana, sendo posteriormente à sua coleta, acondicionadas em câmara fria a 5 °C e encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da Universidade Federal Rural da Amazônia, no campus de Belém, onde os espécimes capturados foram triados e identificados à nível de família, com o auxílio de literatura específica e chaves dicotômicas, ressalvo espécimes em que a identificação fora prejudicada pelo seu estado de preservação.

### 2.2.3 Obtenção de dados meteorológicos

Os dados meteorológicos acumulados anuais como precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa (%) de Agosto de 2017 a Março de 2018 para a região de localização da área de pesquisa, foram obtidos da estação meteorológica da empresa Sococo Agroindústrias da Amazônia.

### 2.2.4 Análise dos dados

Os espécimes coletados foram contabilizados e identificados por área amostrada, com a organização e tabulação dos dados realizada no Excel.

A análise faunística foi obtida dos dados fornecidos pelo Software livre PAST 3.22 (HAMMER *et al.*, 2001), sendo estes:

Utilizou-se para definir o grau de afinidade da preferência das famílias por cada habitat, a análise de agrupamento (KREBS, 1999), com a utilização dos índices de Similaridade de Sorensen (S) e Dice, que baseiam-se na presença ou ausência de amostras e de Morisita e Bray-curtis que fundamentam-se na abundância dos táxons (HAMMER, 1999).

## 2.3 Resultados e Discussão

Durante o tempo de amostragem do experimento foram coletados 62.722 insetos distribuídos em 117 famílias pertencentes a 12 ordens. Estas coletas foram distribuídas entre dois períodos meteorológicos distintos, aquele que apresentou quantidade superior de pluviosidade denominado período seco e o que teve quantidade menor de pluviosidade denominado período chuvoso. As diferenças entre estes foram evidenciadas através da contribuição de cada ordem para o quantitativo geral de espécimes coletados.

O primeiro período analisado foi o Seco, o qual foi representado na tabela 1 que demonstra a frequência e o quantitativo de famílias coletadas nas 9 áreas de estudo. O resultado desta coleta foi o total 26.540 espécimes, representados por 48 famílias de 8 ordens, cujas as que mais destacaram-se foram Hymenoptera e Coleoptera, com 37,57% e 25,75% respectivamente. As áreas onde ocorreram maior número de insetos foram M154, J161 e H103, com 4978, 3702 e 3689 respectivamente. As duas primeiras possuem plantios de 6 anos de idade e se localizavam às proximidades de porções de área de mata nativa, a última com 4 anos e também se encontrava as proximidades de áreas de mata. A parcela onde ocorreu um número expressivamente menor de espécimes foi na área MC (mata ciliar).

A pesquisa desenvolvida por Lopes *et al.* (2017), obteve resultados semelhantes no município de Corumbá-MS, onde as coletas em mata ciliar, quando comparadas com outros ecossistemas apresentaram menores quantidades de indivíduos, essa diferença os autores justificaram pela dificuldade dos insetos acessarem as armadilhas, devido este ambiente possuir alta diversidade vegetal que pode vir a formar um obstáculo.

As famílias de insetos mais abundantes neste mesmo período foram Trichogrammatidae (29.55%), sucedida de Coccinellidae (24,25%), Thripidae (15.52%), Phoridae (7.87%) e Dolichopodidae (3.52%). Estas foram as mais frequentes e somadas corresponderam a cerca de 80% de toda a entomofauna presente.

Neste trabalho a maioria dos insetos encontrados foram considerados importantes controladores ambientais, seja como parasitoide, como é o caso da família Trichogrammatidae, ou predadores, como os Coccinellidae. Segundo Jalali *et al.* (2016), os trichogrammatídeos possuem as espécies mais utilizadas no mundo no controle biológico de larvas de lepidópteros, criando assim uma ótima alternativa à utilização de produtos químicos. Enquanto os coccinélídeos são em sua grande maioria excelentes predadores principalmente de insetos fitófagos, como pulgões, cochonilhas e outros artrópodes de pequeno porte (HONEK *et al.*, 2017), podendo justificar desta maneira a maior abundância destes importantes controladores ambientais nas áreas de cultivo de coco.

Os indivíduos da família Thripidae são importantes pragas fitófagas invasoras polífagas de uma grande variedade plantas ornamentais e de algumas culturas frutíferas, que podem ser transmissores de viroses (WEBSTER *et al.*, 2015). Mas que até ainda não possuem relatos científicos expressivos na cultura do coqueiro.

Os phorídeos e os dolichopodídeos são pequenas moscas que geralmente podem desempenhar funções benéficas em agroecossistemas. Respectivamente, moscas phorídeas podem ser parasitóides de pupas de formigas do gênero *Solenopsis*, além de promoverem a

ciclagem de nutrientes alimentando-se de matéria orgânica em decomposição (PORTER et al., 2018). No caso das moscas dolichopodídeas que contribuem positivamente para o bom desenvolvimento dos plantios, predando grande variedade de insetos que podem ser consideradas pragas para muitos cultivos, como tripes, mosca branca, cigarrinhas, pulgões, microvespas e outros pequenos dípteros (CICERO *et al.*, 2017). Explicando em parte o comportamento generalista e a presença massiva destes insetos nos plantios comerciais estudados.

A quantidade de famílias de insetos coletados na área de Mata Ciliar(37) demonstra que esta apresenta comunidades uniformes, e que a dominância de grupos específicos é menor, já que foram encontrados poucos indivíduos, porém distribuídos entre mais famílias do que nas áreas de plantio. Além disso, pelo ambiente tratar-se de mata, que possui grau de alteração quase inexistente é propiciado o estabelecimento de um ecossistema equilibrado, estável e rico em espécies vegetais.

Assim, a mata ciliar apresenta rica quantidade de famílias, sendo assim um indicativo de que este espaço tem capacidade de comportar diversos indivíduos. Leivas; Fischer (2008) ressaltaram que em área de mata, essa riqueza deve-se principalmente a sua vasta área física, rica em diversos tipos de micro-habitats

**Tabela 1.** Abundância de famílias de insetos coletados no período seco em plantios comerciais de coqueiro e em uma área de mata ciliar no município de Santa Isabel do Pará-Pa.

Ordem	Famílias	H121	J152	I103	J153	M154	J161	MC	H151	H103	Total	%
Hymenoptera	Trichogrammatidae	26	2	281	1930	1827	2139	0	928	710	7843	29.55%
	Formicidae	225	133	26	143	62	90	28	45	48	800	3.01%
	Evaniidae	42	66	52	32	54	8	15	14	53	336	1.27%
	Perilampidae	99	14	6	0	43	1	0	6	0	169	0.64%
	Platygastridae	62	19	23	6	15	2	13	1	25	166	0.63%
	Braconidae	13	25	25	9	8	3	21	5	3	112	0.42%
	Aphelinidae	86	0	0	0	0	0	0	3	3	92	0.35%
	Bethylidae	36	5	14	6	13	1	12	1	2	90	0.34%
	Chalcididae	25	2	8	10	11	1	3	9	6	75	0.28%
	Ichneumonidae	9	6	2	6	14	1	3	3	19	63	0.24%
	Megaspilidae	20	1	3	2	0	0	2	0	21	49	0.18%
	Eulophidae	0	2	23	9	4	0	1	0	0	39	0.15%
	Diapriidae	0	3	5	1	2	1	18	2	3	35	0.13%
	Encyrtidae	1	0	28	0	0	0	6	0	0	35	0.13%
	Vespidae	19	2	4	0	3	0	5	1	1	35	0.13%
Scelionidae	0	0	8	1	8	1	0	3	10	31	0.12%	
Coleoptera	Coccinellidae	480	1321	342	854	1285	554	25	905	670	6436	24.25%
	Bruchidae	32	0	4	3	1	3	56	2	0	101	0.38%
	Curculionidae	40	2	3	3	9	1	13	1	3	75	0.28%
	Meloidae	6	8	9	13	19	4	9	4	1	73	0.28%
	Chrysomelidae	25	2	10	1	2	2	20	0	3	65	0.24%
	Staphylinidae	0	0	2	2	5	3	13	3	8	36	0.14%
	Bostrichidae	5	4	0	0	0	0	16	1	1	27	0.10%
	Scolytidae	0	0	1	5	2	1	12	1	0	22	0.08%
Diptera	Phoridae	244	216	126	303	179	178	413	63	367	2089	7.87%
	Dolichopodidae	347	63	102	52	55	73	91	42	108	933	3.52%
	Tachinidae	20	10	20	11	21	15	18	41	69	225	0.85%
	Culicidae	29	32	0	36	31	3	19	1	0	151	0.57%
	Heleomyzidae	73	35	35	0	0	0	2	1	4	150	0.57%
	Psychodidae	5	39	4	11	14	43	4	15	9	144	0.54%
	Ceratopogonidae	0	0	3	1	6	11	79	7	8	115	0.43%
	Drosophilidae	0	0	0	0	19	43	0	11	3	76	0.29%
	Muscidae	18	11	4	7	10	2	2	11	0	65	0.24%
	Asteiidae	1	0	36	0	0	0	0	3	6	46	0.17%
	Cecidomyiidae	5	0	0	0	0	22	0	2	0	29	0.11%
Tipulidae	0	0	1	4	5	14	5	0	0	29	0.11%	
Thysanoptera	Thripidae	0	4	1335	67	1115	162	15	116	1305	4119	15.52%
Hemiptera	Cicadellidae	77	23	56	17	45	73	191	38	38	558	2.10%
	Cixiidae	11	31	8	17	13	122	3	2	81	288	1.09%
	Membracidae	15	5	3	4	4	0	92	1	20	144	0.54%
	Derbidae	0	9	3	4	13	11	30	7	25	102	0.38%
	Dictyopharidae	0	1	2	1	0	0	11	0	3	18	0.07%
Psocoptera	Psoquillidae	0	4	58	44	59	112	4	33	51	365	1.38%
Orthoptera	Gryllidae	0	9	13	2	2	2	28	6	1	63	0.24%
Trichoptera	Hydropsychidae	0	0	0	0	0	0	0	25	1	26	0.10%
Total		2096	2109	2688	3617	4978	3702	1298	2363	3689	26540	100%

MC= Mata Ciliar; J152, J153, M154, J161= Plantio de 6 anos; H151= Plantio de 5 anos; H121, I103= 7 anos; H103= Plantio de 4 anos.

**Fonte:** Autor, 2018.

A tabela 2 apresenta os números correspondentes ao quantitativo das famílias de insetos coletadas no período chuvoso, onde foi observado maior volume de precipitação. Notou-se que neste foi coletado maior quantidade de espécimes, 35.572, que correspondeu a cerca de 34% a mais na quantidade de insetos coletados em relação ao período seco. Neste período foi identificado um total de 52 famílias de 12 ordens distintas. Dentre estas encontradas, aquelas ordens que apresentaram maior representatividade em relação ao quantitativo numérico, foram Diptera e Hymenoptera, a primeira com o expressivo 60% e a segunda com 28,25% respectivamente.

As áreas onde a entomofauna aérea foi mais abundante foram H121, seguida de J161 e H103, com 6.109, 5.174 e 5.034 insetos, respectivamente. A primeira era a parcela que possuía localização nas adjacências da mata ciliar, a segunda além de adjacente a mata, encontrava-se próxima a um açude. A parcela J152 foi a menos abundante. Isso pode ser explicado, segundo Root (1973), pelo fato de que a concentração de recursos específicos, fazem com que insetos herbívoros, especialistas, apareçam e se estabeleçam com mais frequência nos monocultivos, tendo como preferência suas plantas hospedeiras.

No período chuvoso, as famílias mais abundantes foram Dolichopodidae, Trichogrammatidae, Phoridae e Drosophilidae, com 21,40%; 15,38%; 14,40 e 14,20% respectivamente. Constatou-se que apenas estas 4 famílias corresponderam a cerca de 65% do total de indivíduos capturados.

Resultados obtidos por Dall'Oglio *et al.* (2003) demonstraram que em plantios de eucalipto adjacentes à áreas de mata nativa, ocorreu grande incidência de inimigos naturais da ordem Hymenoptera, sendo este fato uma possível justificativa para o aparecimento de controladores ambientais de diversas famílias nos agroecossistemas estudados, já que as áreas de mata presentes em ambos os estudos podem ser fonte de inimigos naturais de pragas agrícolas que poderiam estar migrando destas áreas para o monocultivo de coco em busca dos seus hospedeiros preferenciais, como no experimento de Finger *et al* (2018), que ao realizar um levantamento nas proximidades do Parque Nacional do Iguaçu constatou que estes tipos de áreas de preservação natural foram fontes de insetos controladores de pragas para o monocultivo de soja.

**Tabela 2.** Abundância de famílias de insetos coletados no período chuvoso em plantios comerciais de coqueiro e em uma área de mata ciliar no município de Santa Isabel do Pará-Pa.

Ordem	Família	I103	J152	H121	J153	M154	J161	MC	H151	H103	Total	%
Diptera	Dolichopodidae	1113	450	957	335	988	535	54	2012	1169	7613	21.40%
	Phoridae	1070	303	412	445	485	358	1069	208	772	5122	14.40%
	Drosophilidae	356	88	972	270	1288	1207	177	159	533	5050	14.20%
	Tachinidae	72	94	149	94	68	519	92	118	178	1384	3.89%
	Cecidomyiidae	56	24	4	37	53	594	37	39	60	904	2.54%
	Ceratopogonidae	18	6	162	97	199	59	21	8	0	570	1.60%
	Tipulidae	30	28	26	10	22	26	6	21	26	195	0.55%
	Stratiomyidae	18	30	23	43	4	13	9	32	19	191	0.54%
	Heleomyzidae	0	3	32	10	5	25	23	0	9	107	0.30%
	Syrphidae	0	2	8	1	7	24	1	1	57	101	0.28%
	Mydidae	8	12	0	32	1	7	9	0	15	84	0.24%
	Conopidae	0	2	8	12	4	7	0	0	34	67	0.19%
	Psychodidae	1	0	7	0	0	6	3	2	33	52	0.15%
	Ulididae	0	0	12	2	5	3	20	0	1	43	0.12%
Asteiidae	0	0	0	1	17	4	1	0	0	23	0.06%	
Hymenoptera	Trichogrammatidae	146	139	1778	547	455	540	0	506	1359	5470	15.38%
	Formicidae	32	280	109	47	139	371	19	96	163	1256	3.53%
	Diapriidae	59	22	66	18	87	35	219	87	86	679	1.91%
	Evaniidae	31	41	75	33	77	57	8	293	53	668	1.88%
	Pteromalidae	33	12	277	27	186	32	21	0	23	611	1.72%
	Aphelinidae	0	0	105	28	152	0	0	0	0	285	0.80%
	Scelionidae	14	14	69	13	25	24	23	9	33	224	0.63%
	Ichneumonidae	27	7	53	17	28	7	3	9	3	154	0.43%
	Platygastridae	24	1	23	3	49	9	10	7	23	149	0.42%
	Braconidae	30	11	26	6	29	10	12	8	14	146	0.41%
	Chalcididae	2	11	29	19	17	10	0	27	5	120	0.34%
	Bethylidae	5	7	16	8	19	5	3	6	5	74	0.21%
	Perilampidae	5	10	39	3	1	6	0	0	8	72	0.20%
	Eupelmidae	2	0	10	25	13	1	0	0	5	56	0.16%
Megaspilidae	8	1	17	4	4	4	5	2	10	55	0.15%	
Vespidae	3	1	12	0	7	2	0	2	0	27	0.08%	
Coleoptera	Coccinellidae	81	188	155	260	143	220	91	233	171	1542	4.33%
	Elateridae	24	19	29	11	81	112	3	0	1	280	0.79%
	Carabidae	4	3	17	4	20	7	89	1	2	147	0.41%
	Staphylinidae	5	2	24	3	14	2	30	5	10	95	0.27%
	Meloidae	10	6	4	3	6	8	2	5	2	46	0.13%
	Mordellidae	2	4	10	4	9	3	3	3	1	39	0.11%
	Curculionidae	6	3	15	1	6	1	0	1	4	37	0.10%
	Chrysomelidae	1	0	15	1	2	4	7	2	1	33	0.09%
	Nitidulidae	2	0	9	6	10	0	0	0	6	33	0.09%
Scolytidae	0	0	6	0	0	0	15	1	5	27	0.08%	
Hemiptera	Cicadellidae	13	5	55	4	14	33	312	3	20	459	1.29%
	Cixiidae	5	13	65	11	5	126	0	1	5	231	0.65%
	Membracidae	9	4	31	2	20	15	42	1	38	162	0.46%
	Derbidae	6	3	23	6	3	1	10	7	4	63	0.18%
	Aphididae	0	0	28	3	20	0	0	0	0	51	0.14%
	Cercopidae	1	0	16	2	1	0	7	0	7	34	0.10%
Thysanura	Thripidae	11	22	59	33	35	53	0	1	27	241	0.68%
	Phlaeothripidae	0	0	8	0	15	0	0	0	0	23	0.06%
Psocoptera	Psoquillidae	2	28	49	57	34	23	40	1	24	258	0.73%
Blattodea	Blattellidae	14	11	3	3	28	54	10	6	3	132	0.37%
Orthoptera	Gryllidae	10	3	12	1	10	12	31	1	7	87	0.24%

Total	3369	1913	6109	2602	4910	5174	2537	3924	5034	35572	100%
MC= Mata Ciliar; J152, J153, M154, J161= Plantio de 6 anos; H151= 5 anos; H121, I103= 7 anos; H103= 4 anos											

**Fonte:** Autor, 2018.

A tabela 3, apresenta os valores de similaridades entre as áreas estudadas, onde o quociente Sorensen, avaliou de maneira qualitativa as semelhanças da entomofauna nas diferentes parcelas de plantio e área de mata ciliar. No período seco, observou-se que as maiores similaridades foram entre as parcelas J161 x J153 com 82,2%, seguido por M154 x J153 com 76,3% e H103 x I103 com 75,9% de similaridade.

Notou-se também que as maiores similaridades foram obtidas entre as áreas de plantio, principalmente aqueles que possuíam a mesma idade e semelhança no ecossistema no qual eram encontradas, demonstrando a preferência de grupos específicos de inseto por cada área.

A parcela de mata ciliar apresentou os menores índices de similaridade na constituição das comunidades presentes nela se comparado as demais áreas de plantio. Aquelas que mais assemelharam-se a esta foi H121 no período seco e I103 no período chuvoso. O possível motivo para tal semelhança pode ser que os plantios com idade mais elevada, como a da parcela em questão, ofereçam um ecossistema mais equilibrado e que favoreça a estabilidade para que os indivíduos constituintes desta entomofauna possuam uma relação harmônica. Mostrando que o grupo de insetos que compõem sua comunidade necessitam das condições ambientais que sejam semelhantes às de área de mata. Isso demonstrou a importância e a necessidade de que estes ecossistemas sejam preservados próximos às áreas de plantio para que haja a manutenção da qualidade ambiental em áreas de cultivos.

A conservação destes ambientes naturais requer metodologias de monitoramento que associam baixo custo e alta eficiência. Em áreas que se encontram em zonas tropicais onde se tem pouco conhecimento, ou quase nada sobre os padrões comportamentais de distribuição da biodiversidade entomológica, pesquisas são recomendadas antes de qualquer tipo de intervenção humana. Pesquisas ecologicamente rigorosas também devem ser realizadas para fazer avaliações em níveis regionais e nacionais de grande escala sobre as condições dos ecossistemas (BRITO *et al.*, 2018; CARVALHO *et al.*, 2017), antes e após a implantação de grandes projetos de cultivos.

Para Camargo (2001), outra explicação seria a localização do experimento se dar em uma região tropical, já que nestes locais encontram-se índices de diversidade biológica relativamente altos, fazendo com que os índices de similaridade sejam normalmente baixos, ainda que as áreas comparadas estejam muito próximas.

**Tabela 3.** Quociente de similaridade de Sorensen em percentual (%) de comunidades de famílias de insetos em plantios comerciais de coqueiro e em uma área de mata ciliar, no período seco no município de Santa Isabel do Pará-PA.

	H121	J152	I103	J153	M154	J161	MC	H151	H103
H121	–	53.8	37.0	38.6	30.6	33.8	39.0	35.1	38.5
J152		–	33.3	50.3	51.4	35.5	29.9	52.8	41.0
I103			–	34.4	58.1	37.2	25.4	41.1	75.9
J153				–	76.3	82.2	23.0	71.1	55.2
M154					–	70.4	16.5	62.5	70.1
J161						–	19.1	62.8	52.9
MC							–	16.7	28.5
H151								–	60.4
H103									–

MC= Mata Ciliar; J152, J153, M154, J161= Plantio de 6 anos; H151= Plantio de 5 anos; H121, I103= 7 anos; H103= Plantio de 4 anos

**Fonte:** Autor, 2018.

Na tabela 4 apresenta-se a análise de similaridade de Sorensen referente ao período chuvoso. Notou-se que, no geral, os índices foram menores que os do período seco, havendo menor semelhança entre a constituição da entomofauna que ocorreu nos respectivos ecossistemas avaliados. Neste período as maiores similaridades foram entre as parcelas I103 x MC; H121 x H103, ambas com 70,5% e H121 x M154.

**Tabela 4.** Quociente de similaridade de Sorensen em percentual (%) de comunidades de famílias de insetos em plantios comerciais de coqueiro e em mata ciliar, no período chuvoso no município de Santa Isabel do Pará-PA

	I103	J152	H121	J153	M154	J161	MC	H151	H103
I103	–	52.9	40.4	58.0	51.8	41.3	70.5	45.5	59.5
J152		–	36.1	61.6	43.8	46.4	39.7	61.0	46.9
H121			–	53.9	70.1	58.6	32.2	43.3	70.5
J153				–	60.8	55.1	44.6	69.6	61.2
M154					–	68.8	37.9	49.7	58.6
J161						–	30.2	47.6	56.0
MC							–	35.6	47.8
H151								–	53.4
H103									–

MC= Mata Ciliar; J152, J153, M154, J161= Plantio de 6 anos; H151= Plantio de 5 anos; H121, I103= 7 anos; H103= Plantio de 4 anos

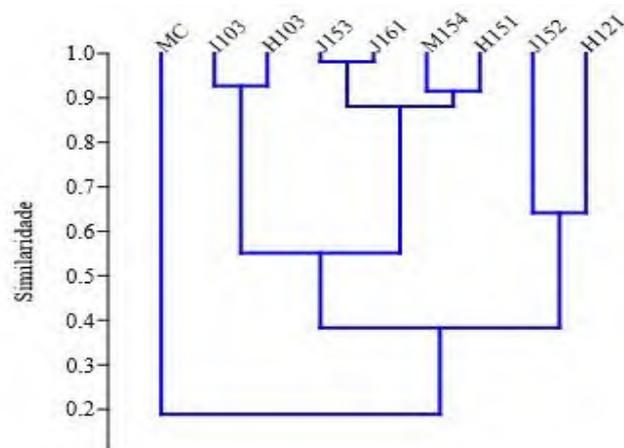
**Fonte:** Autor, 2018.

Na Figura 10, o dendrograma de similaridade pelo método de Morisita, demonstrou através da formação de grupamentos, a semelhança quantitativa entre os indivíduos que

compõem as comunidades de insetos encontrados nas diferentes áreas avaliadas, no período seco. Pode-se observar que a área de mata ciliar, que é área preservada, apresentou comportamento singular em relação as demais áreas, mostrando que sua composição entomofaunística é diferenciada.

Além da área de mata foram formados dois grupos, um grande grupamento contendo 6 parcelas, I103, H103, J153, J161, M154 e H151; e um menor contendo apenas 2 parcelas, J152 e H121. A maior similaridade segundo o índice utilizado foi entre J153 e J161. No entanto no dendrograma que representa a análise para o período chuvoso (Figura 11), a maior semelhança foi entre H121 e H103. A área de mata também se manteve atípica se comparada com as outras áreas, pode ser notado que os valores de similaridade entre as áreas são menores do que no primeiro dendrograma, no período seco. A mesma quantidade de agrupamentos é formada, mas as parcelas que os compõe são alteradas. Para este período a maior similaridade encontrada foi entre H121 e H103, com 7 e 4 anos de idade respectivamente, sendo a primeira localizada nos arredores de plantios de coco abandonados e a segunda possuindo área de mata com focos de clareira em suas proximidades.

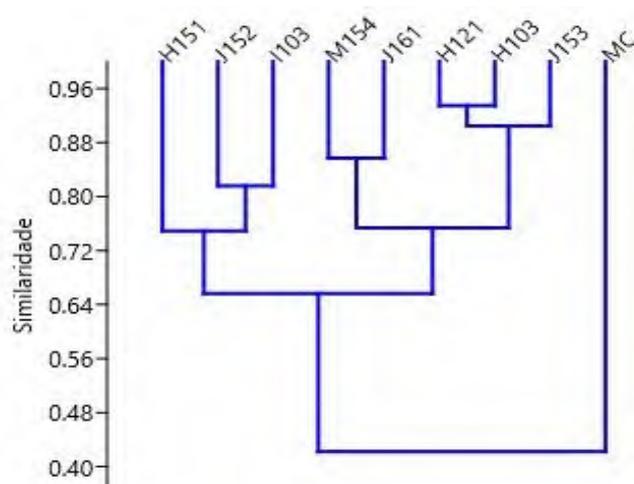
**Figura 10.** Dendrograma da análise de Similaridade de Morisita de comunidades de famílias de insetos em plantio comercial coqueiro e área de mata ciliar, no período seco no município de Santa Isabel do Pará-PA.



MC= Mata Ciliar; J152, J153, M154, J161= Plantio de 6 anos; H151= Plantio de 5 anos; H121, I103= 7 anos; H103= Plantio de 4 anos.

**Fonte:** Autor, 2018.

**Figura 11.** Dendrograma da análise de Similaridade de Morisita, de comunidades de famílias de insetos em plantios comerciais de coqueiro e área de mata ciliar, no período chuvoso no município de Santa Isabel do Pará-PA.



MC= Mata Ciliar; J152, J153, M154, J161= Plantio de 6 anos; H151= Plantio de 5 anos; H121, I103= 7 anos; H103= Plantio de 4 anos.

**Fonte:** Autor, 2018.

Através do dendrograma que representa a análise de agrupamento das famílias, pelo método Dice (Figura 12), no período seco, foi possível observar a formação dos principais grupos de indivíduos que possuem o mesmo comportamento quanto à presença ou ausência dos mesmos. Observou-se que o grupo que mais se destacou foi aquele que estão compreendidas as famílias dos indivíduos os quais apresentaram maior similaridade e que constituem a maior parte da entomofauna nas áreas de plantio. Sendo este formado pelos insetos pertencentes as seguintes famílias: Trichogrammatidae, Curculionidae, Coccinellidae, Meloidae, Phoridae, Dolichopodidae, Tachinidae, Psychodidae, Cicadellidae, Cixiidae, Formicidae, Evanidae, Platygasteridae, Braconidae, Bethyidae, Chalcididae e Ichneumonidae.

Entre os integrantes da ordem Coleoptera, as famílias Coccinellidae e Meloidae mostraram-se como organismos generalistas, estando presentes em todas as áreas, já que os mesmos são insetos predadores e alimentam-se de insetos menores que compõem a maioria dos insetos coletados. Foi notado que os indivíduos da família Curculionidae não ocorreram apenas na área de mata ciliar. Isto pode ser explicado pelo fato que algumas espécies realizam a polinização de palmeiras como o coco e a palma de óleo.

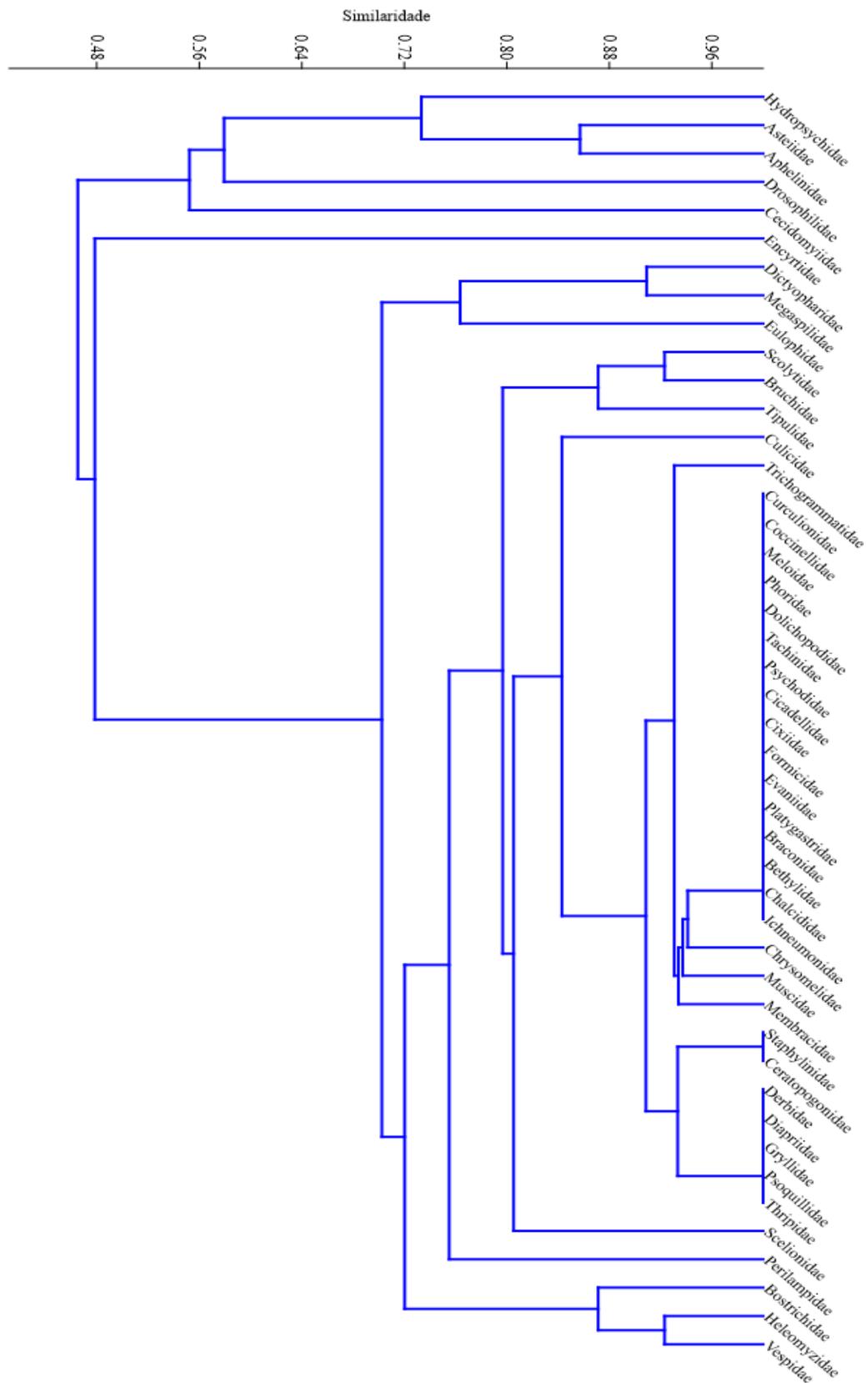
A ordem Hymenoptera esteve presente em elevada quantidade neste estudo, sendo representado em sua grande maioria pela família Trichogrammatidae. Nota-se que a maioria dos indivíduos desta ordem tem por característica principal o parasitismo de uma vasta variedade de insetos-praga e não praga. Evanidae, Platygasteridae, Braconidae, Bethyidae,

Chalcididae e Ichneumonidae são exemplos excelentes de parasitóides que poderiam ser utilizados no manejo integrado na cultura do coco, pois o impacto gerado, nos plantios das culturas em geral, pela utilização de agrotóxicos têm gerado a necessidade de avanços nas pesquisas que dizem respeito a implementações de inimigos naturais para o controle biológico de pragas em diversos cultivos, tanto agrícolas quanto florestais (LEMOS, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2010). Formicidae são os únicos constituintes desta ordem, presente no grupamento, que não têm o mesmo hábito. A presença destes últimos é explicada pelo fato destas estarem em associação com cochonilhas pulverulentas que infestavam algumas parcelas.

As principais pragas que ocorreram no levantamento da entomofauna aérea nos plantios comerciais de coco neste experimento, são da ordem Hemiptera. Cicadellidae, Derbidae e Cixiidae foram as famílias que melhor representaram esta guilda de insetos. Além de serem os que possuem a maior potencialidade para gerar prejuízos nesta cultura, oferecendo risco de disseminação de doenças, causadas por bactérias ou principalmente vírus nos plantios de coqueiros, como é o caso da cigarrinha *Haplaxius crudus*, que é um cixiideo que transmite o Amarelecimento Letal do coqueiro.

A ordem díptera mostrou-se bastante representativa através das famílias Dolichopodidae, Tachinidae e Phoridae. As duas primeiras famílias são representadas por predadores generalistas de insetos pequenos, e a terceira apresenta hábito detritívoro e parasitóide, vivendo de fungos que se desenvolvem na decomposição da matéria orgânica e parasitando formigas.

**Figura 12.** Dendrograma da análise de agrupamento (*Cluster analysis*) de famílias de insetos, com a utilização do método Dice, presentes no período seco em plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará, Pa.

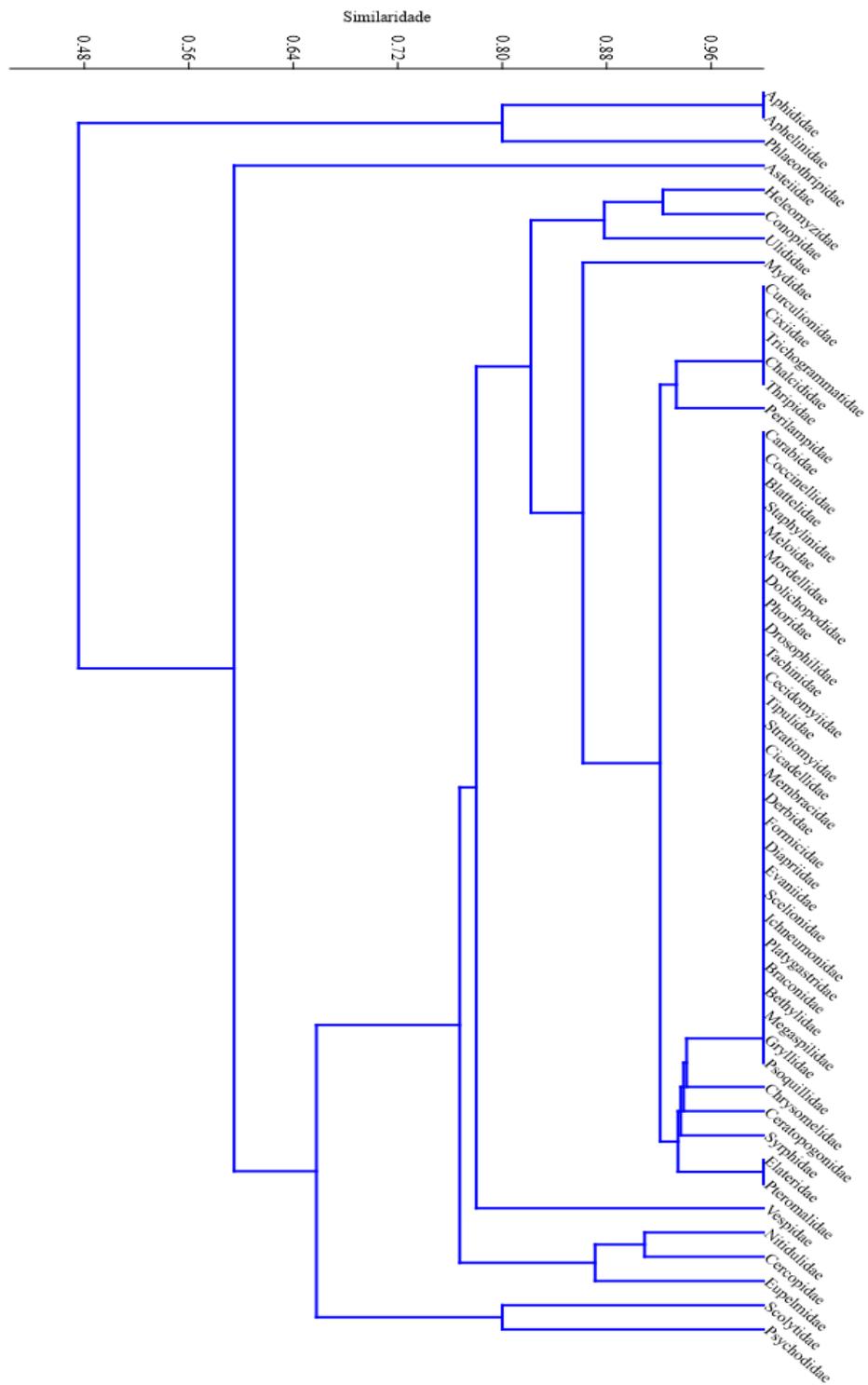


Na figura 13, o dendrograma representa a análise de agrupamento de acordo com o método Dice referente ao período chuvoso. Neste a quantidade de indivíduos, dentro do grupo de famílias mais frequente que apresentou semelhança quanto ao comportamento, foi maior, mostrando que no período chuvoso, a quantidade de famílias aumenta. Notou-se também que a constituição e a estruturação da comunidade de insetos frequente nas áreas de estudo utilizadas são alteradas de acordo com o período climático da região.

Dentre os principais agrupamentos formados ainda nesta última análise de Cluster, pôde-se notar que o grupo mais numeroso e concomitantemente mais frequente foi aquele formado pelas famílias: Carabidae, Coccinellidae, Blattellidae, Staphylinidae, Meloidae, Mordelidae, Dolichopodidae, Phoridae, Tachinidae, Drosophilidae, Cecidomidae, Tipulidae, Stratiomyidae, Cicadellidae, Membracidae, Derbidae, Formicidae, Diapriidae, Evaniidae, Scelionidae, Ichneumonidae, Platygasteridae, Braconidae, Bethyidae, Megaspilidae, Gryllidae e Psoquilidae.

A constituição da entomofauna que ocorreu nos plantios comerciais de coco, se diferenciou quanto a quantidade de famílias, nos períodos estudados, entretanto, a grande maioria dos indivíduos foram encontrados nos dois períodos. Demonstrando que a comunidade dos insetos que estão estabelecidos neste ecossistema de plantio, onde tem-se manejos culturais excessivos e diferenciados, modifica-se quantitativamente dentro das mesmas famílias ali encontradas, e o fator clima é um dos quais mais contribui para essa variação.

**Figura 13.** Dendrograma da análise de agrupamento (*Cluster analysis*) de famílias de insetos, com a utilização do método Dice, presentes no período chuvoso em parcelas de plantio comercial de coqueiro e área de mata ciliar no Município de Santa Isabel do Pará, Pa.



Fonte: Autor, 2018

## 2.4 Conclusão

A composição da entomofauna aérea associada a plantios comerciais de coqueiro é bastante diversificada e sofre influência das condições climáticas amazônicas.

A diversidade e riqueza de famílias encontradas são maiores na área preservada, como a mata ciliar, do que em relação as áreas comerciais de plantio de coqueiro, que sofrem influência da antropização pelos manejos agrícolas.

Áreas de plantio de coqueiro que possuem idade de 7 anos têm maior similaridade com a área de mata ciliar, do que parcelas de menor idade, o que mostra que com o passar do tempo de cultivo o equilíbrio populacional entre as famílias que compõem a entomofauna aérea local tendem a se estabelecer.

As principais famílias de insetos benéficos encontradas em plantio comercial de coco são Coccinellidae, Dolichopodidae, Trichogrammatidae e Phoridae. Já as principais famílias de insetos-praga são Cixiidae e Thripidae.

## 2.5 Referências

- BARBOSA, O. A. A. **Entomofauna de solo em áreas de vegetação nativa e de cultivo de cana-de-açúcar no município de União, Piauí**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Piauí, 2008, 96 p.
- BRITO, J. G.; MARTINS, R. T.; OLIVEIRA, V. C.; HAMADA, N., NESSIMIAN, J. L.; HUGHES, R. M.; Ferraz, S. F. B.; DE PAULA, F. R. Biological indicators of diversity in tropical streams: Congruence in the similarity of invertebrate assemblages. **Ecological Indicators**, v. 85, p. 85–92, 2018. doi:10.1016/j.ecolind.2017.09.001
- CARVALHO, D.R.; LEAL, C.G.; JUNQUEIRA, N.T.; CASTRO, M.A.; FAGUNDES, D.C.; ALVES, C.B.M.; HUGHES, R.M.; Pompeu, P.S. A fish-based multimetric index for Brazilian savana streams. **Ecological Indicators** v. 77, p. 386–396, 2017.
- CICERO, J. M.; ADAIR, M. M.; ADAIR JR, R. C.; HUNTER, W. B.; AVERY, P. B.; MIZELL R. F. Predatory behavior of long-legged flies (Diptera: Dolichopodidae) and their potential negative effects on the parasitoid biological control agent of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Liviidae). **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, 2017.
- DALL'OGGIO, O. T.; ZANUNCIO, J. C.; FREITAS, F. A.; PINTO, R. Himenopteros parasitóides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, Estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 123-129, 2003.
- FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization. Crops**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

FINGER, L.; QUITAISKI, P. P.; LANGE, D.; CÂMARA, C. D. Parque Nacional do Iguaçu como fonte de inimigos naturais de pragas da soja. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 7, p. 3931-3944, Nov. 2018.

FRÓES JUNIOR, P. S. M.; AVIZ, W. L. C.; REBELLO, F. K.; SANTOS, M. A. S. Sources of Growth and Spatial Concentration of Coconut Crop in the State of Pará, Brazilian Amazon. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 2, p. 159-168, 2019.

HAMMER, Ø. **PAST-PAleontological STatistics**: Reference manual. Versão 3.22. Natural History Museum: University of Oslo, 1999. Disponível em: <<https://folk.uio.no/ohammer/past/past3manual.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 9 p. 2001.

HARPER, D. A. T. (ed.). **Numerical Palaeobiology**: Computer-based Modelling and Analysis of Fossils and their Distributions. John Wiley & Sons, 1999. 478 p.

HONEK, A.; DIXON, A. F. G.; SOARES, A. O.; SKUHROVEC, J.; MARTINKOVA, Z. Spatial and temporal changes in the abundance and composition of ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) communities. **Current Opinion in Insect Science**, v. 20, p. 61–67, 2017.

JALALI, S. K.; MOHANRAJ, P.; LAKSHMI, B. L. Trichogrammatids. In: Omkar, B.K. (Ed.), *Ecofriendly Pest Management for Food Security*, 1st ed. Elsevier-Academic Press, p. 139–181. 2016.

KREBS, C. J. **Metodologia ecológica**. 2.ed. Boston: Addison Wesley Longman, 1999. 620 p.

LEIVAS, F. W. T.; FISCHER, M. L. Avaliação da composição de invertebrados terrestres em uma área rural localizada no município de Campina Grande do Sul, Paraná, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 65-73, 2008.

LEMOS, W. P. **Controle integrado de pragas em fruteiras amazônicas**. 1. ed. Fortaleza: Instituto Frutal, v. 1, p. 107, 2009.

LOPES, A. S.; SOARES, S.; SILVA, E. M.; ROEL, A. R. Diversidade de insetos e aranhas presentes em diferentes fisionomias no pantanal, na seca e cheia, Corumbá, MS. **Multitemas**, v. 22, n. 51, p. 127-154, 2017.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Cambridge, Cambridge University Press, 1988. 179 p.

MELO, A. S. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, 2008.

NAVA, D. E.; SILVA, E. S.; GUIMARÃES, J. A.; DIEZ-RODRÍGUES, G. I.; GARCIA, M. S.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; RAGA, A.; SATO, M. E. Controle biológico de pragas das fruteiras. In: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; SOUZA, D. T. M. (Ed.). **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: ESALQ, 2006. 278 p.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley & Sons, 1975. 165 p.

PORTER, S. D.; PLOWES, R. M.; CAUSTON C. E. The fire ant decapitating fly, *Pseudacteon bifidus* (Diptera: Phoridae): host specificity and attraction to potential food items. **Florida Entomologist**, v. 101, n. 1, 2018.

RAVEN, P. H.; EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F. **Biology of plants**. 8ª Edição. University of Wisconsin. Madison, EUA. 2013.

RIBEIRO, D. G.; SILVESTRE, R.; GARCETE-BARRETT, B. R. Diversity of wasps (Hymenoptera: Aculeata: Vespidae) along an altitudinal gradient of Atlantic Forest in Itatiaia National Park, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 2018.

RIBEIRO, R. C. LEMOS, W. P.; BERNARDINO, A. A.; BUECKE, J.; MULLER, A. A. Primeira ocorrência de *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predando lagartas desfolhadoras do palmeira de óleo no Estado do Pará. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 131-132, 2010.

ROOT, R. B. Organization of plant-arthropod association in a simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v. 43, p. 95-124, 1973.

SANTO, L. N. E. **Diversidade de inimigos naturais em cultivos de palma de óleo *Elaeis guineensis* implantados em sistemas agroflorestais para agricultura familiar**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Familiar e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, 111 p., 2010.

SANTOS, A. A.; ZEQUI, J. A. C. Entomofauna da Floresta Doralice, Ibiporã Paraná, Brasil, coletada em armadilha de solo. **Revista Terra e Cultura**, v. 51, n. 26, 2010.

SANTOS, A. J. **Diversidade e composição em espécies de aranhas da reserva florestal da Companhia do Vale do Rio Doce**. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, 1999.

SANTOS, P. L.; VALENTE, M. A.; RODRIGUES, T. E.; SILVA, J. M. L.; REGO, R. S. **Caracterização e Avaliação da Potencialidade dos Solos do Município de Santa Isabel do Pará – Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, jun. 2001, 24 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 100).

SANTOS, S.; SILVA JÚNIOR, V. A.; BROGLIO S. M. F.; NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; GUZZO, E. C. Effect of plant protection products on *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) larvae in laboratory. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, p. 1-4, 2018.

SEMA. **Classificação Climática do Pará Método de Köppen**. 2017. Disponível em: <[www.sema.pa.gov.br/download/classificacao\\_climatica\\_do\\_para.doc](http://www.sema.pa.gov.br/download/classificacao_climatica_do_para.doc)>. Acesso em 03 out. 2017.

SILVA, F. G.; PASSOS, E. M.; DINIZ, L. E. C.; TEODORO, A. V.; TALAMINI, V.; FERNANDES, M. F.; DOLLET, M. Occurrence in Brazil of *Haplaxius crudus* (Hemiptera: Cixiidae), vector of Coconut Lethal Yellowing. **Neotropical Entomology**, 4 p., jan. 2019.

SOUZA, L. A.; LEMOS, W. P. Prospecção de insetos associados ao açaizeiro (*Euterpe oleraceae* Mart.) em viveiro e proposições de controle. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 42, p. 231-241, 2004.

WEBSTER, C.G.; FRANTZ, G.; REITZ, S.R.; FUNDERBURK, J.E.; MELLINGER, H.C.; MCAVOY, E.; TURECHEK, W.W.; MARSHALL, S.H.; TANTIWANICH, Y.; MCGRATH, M.T.; *et al.* Emergence of Groundnut ringspot virus and Tomato chlorotic spot virus in vegetables in Florida and the southeastern United States. **Phytopathology**, v. 105, 388–398, 2015.

WHITTAKER, R. H. Evolution of species diversity in land communities. In: HECHT, M. K.; WALLACE, B.; PRANCE, G. T. (Ed). **Evolutionary Biology**. New York, Plenum Press, v. 10, 1977. 67 p.

### **3 DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE *Haplaxius crudus* (VAN DUZEE), 1907 (HEMIPTERA: CIXIIDAE) EM PLANTIOS DE COQUEIRO EM SANTA ISABEL DO PARÁ-PA**

#### **RESUMO**

A cigarrinha, *Haplaxius crudus* (Hemiptera: Cixiidae) é o principal vetor do fitoplasma causador do Amarelecimento Letal do coqueiro, doença que tornou-se barreira frente ao estabelecimento de grandes plantios de coco no mundo, causando altas taxas de mortalidade às plantas. Objetivou-se, por meio de análise geoestatística, determinar o padrão de distribuição espacial e a dinâmica populacional dos adultos do *Haplaxius crudus*, correlacionando-os com os fatores climáticos, como temperatura e precipitação em plantio comercial de coqueiro anão verde do Brasil. As coletas das cigarrinhas foram realizadas com armadilhas adesivas amarelas fixadas na parte abaxial das folhas mais baixas (inferiores a 1,5 m) do solo. As plantas amostradas no experimento foram georreferenciadas com o intuito da obtenção de suas coordenadas geográficas para a análise geoestatística, além de ter-se realizado o levantamento planialtimétrico da parcela experimental para a confecção de um mapa que mostre a conformação topográfica do terreno. Os insetos mostraram-se presentes no local de estudo durante todo o ano, apresentando maior abundância em meses que as temperaturas médias mensais sofreram elevação pouco expressiva e que a quantidade de chuvas é relativamente menor. Os fatores climáticos apresentaram correlação com o total de insetos, positiva para a temperatura, de 0,733 e negativa para a precipitação, de -0,606. A distribuição espacial de *Haplaxius crudus* apresenta padrão agregado, explicado pelo modelo esférico. Os focos de infestação ocorrem na periferia da parcela, que se encontra nas proximidades de área de pastagem com presença de *Brachiaria humidicola*, apresentando reboleiras com raio variando de 154 e 190 m, com áreas de influência entre 7,45 e 17,80 ha, que coincidem com a parte mais baixa do terreno. Concluiu-se que o inseto *Haplaxius crudus* está presente durante todos os meses do ano na área de estudo, apresentando comportamento diretamente relacionado com as condições climáticas locais e distribuição espacial agregada, sendo a dependência espacial explicada pelo modelo esférico.

**Palavras-chave:** altimetria, cigarrinha, geoestatística, monitoramento de pragas, krigagem.

#### **ABSTRACT**

The spittlebug, *Haplaxius crudus* (Hemiptera: Cixiidae) is the main vector of the phytoplasma that causes Lethal Yellowing of coconut, a disease that has become a barrier to the establishment of large coconut plantations in the world, causing high mortality rates for plants. The objective of this study was to determine the pattern of spatial distribution and population dynamics of *H. crudus* adults, correlating them with climatic factors, such as temperature and precipitation in commercial dwarf coconut tree plantations in Brazil. Collection of the

spittlebugs were carried out with yellow adhesive traps fixed to the abaxial part of the lower leaves (less than 1,5 m) of the soil. The plants sampled in the experiment were georeferenced with the purpose of obtaining their geographic coordinates for the geostatistical analysis, besides having carried out the planialtimetric survey of the experimental plot for the preparation of a map that shows the topographic conformation of the terrain. Insects were present at the study site throughout the year, showing greater abundance in months that the monthly average temperatures suffered a little elevation and that the amount of rainfall is relatively lower. The climatic factors showed a correlation with the insecticides total, positive for the temperature, of 0.733 and negative for the precipitation, of -0,606. The spatial distribution of *H. crudus* presents an aggregate pattern, explained by the spherical model. The outbreaks of infestation occur in the periphery of the plot, which is located in the vicinity of pastureland with presence of *Brachiaria humidicola*, presenting reefs with radius varying from 154 and 190 m, with areas of influence between 7.45 and 17.80 ha, which coincide with the lower part of the terrain. It was concluded that the insect *Haplaxius crudus* is present during all months of the year in the areas of green dwarf coconut of Brazil, presenting behavior directly related to the local climatic conditions and aggregate spatial distribution, being the spatial dependence explained by the spherical model.

**Keywords:** altimetry, spittlebugs, geostatistics, pest monitoring, kriging.

### 3.1 Introdução

O coco (*Cocos nucifera* L.) é uma monocotiledônea da família das Arecáceas de comportamento arbóreo, com caule do tipo estipe, originária das ilhas do sudeste asiático, sendo considerada uma atividade agrícola de grande importância, principalmente para países em desenvolvimento econômico (HARRIES; CLEMENT, 2013). O estado do Pará é o maior produtor de coco da região Norte e o quarto maior do Brasil, possuindo área plantada de 18.595 ha e produção de 173.788 toneladas de frutos (IBGE, 2018; FAOSTAT, 2016).

Mundialmente nota-se a queda abrupta na produtividade de coco (RAMOS-HERNÁNDEZ *et al.*, 2018), ocasionada em sua maioria pela rápida disseminação de uma doença denominada Amarelecimento Letal, tendo rápido seu avanço e a carência de estudos quanto à sua transmissão e alta letalidade como principais problemáticas para o seu controle.

Os primeiros sintomas da doença consistem no abortamento dos frutos, que em seguida apresentam coloração enegrecida, reduzindo a viabilidade das sementes. Há como sintoma visível também a necrose das inflorescências e o chamado amarelecimento ou bronzeamento das folhas. Estas folhas passam por processos de desidratação, progredindo para o tombamento (BERTACCINI *et al.*, 2014). A morte em coqueiros e outras palmáceas pode ocorrer cerca de quatro meses após o aparecimento dos primeiros sintomas (MEYERDIRK; HART, 1982).

A doença é causada por um fitopatógeno de composição celular semelhante às bactérias, pertencente ao grupo dos fitoplasmas, cuja translocação no interior da planta se dá pelo floema,

e sua transmissão de uma planta a outra ocorre pela a atividade de um vetor (WATERS; HUNT, 1980; ABEYSINGHE *et al.*, 2016).

A transmissão da doença ocorre através do *Haplaxius crudus* (Van Duzee) 1907 (Auchenorrhyncha: Cixiidae), considerado como principal inseto vetor, não excluindo-se a possibilidade de transmissão através de outros insetos sugadores de seiva, como outras espécies de cigarrinhas, devido ao seu hábito alimentar estar diretamente ligado à seiva floemática, local cujo fitoplasma causador encontra-se (WHEELER; WILSON, 2014; NARVÁEZ *et al.*, 2018).

Segundo Howard e Wilson (2001) e Howard (2012), as ninfas deste hemíptero alimentam-se da seiva elaborada das raízes de algumas espécies de gramíneas e algumas ciperáceas, possuindo em média período de desenvolvimento de aproximadamente 80 dias a 24 ° C e 52 dias a 30 ° C. No estágio adulto, pode ser encontrado na parte abaxial das folhas de palmeiras, com ciclo de vida de 50 dias (GITAU *et al.*, 2009). Os mesmos se alimentam nas partes inferiores das folhas, onde também encontram abrigo, ou em porções parcialmente escondidas das plantas hospedeiras próximas ao solo (KRAMER, 1979; PERILLA-HENAO; CASTEEL, 2016).

Vários métodos de controle são capazes de realizar com eficácia a redução ou até extinção populacional do vetor, *H. crudus*. Estes incluem principalmente os controles químico e cultural, com a remoção ou substituição da espécie forrageira presente no local de infestação e arredores, visando restringir a atividade reprodutiva e desenvolvimento inicial da praga (PARDEY; ARANGO, 2016).

Ter a posse do conhecimento relativo a dinâmica populacional e distribuição espaço-temporal dos insetos-praga em áreas de grandes cultivos é de extrema importância para a implantação de um manejo sustentável e muito menos oneroso com relação a utilização de pesticidas. Tais informações proporcionam maior precisão à estratégia de controle fitossanitária adotada, controlando o problema direto no foco de infestação (DAL PRÁ *et al.*, 2011). Por isso, a análise geoestatística através de mapas de incidência e distribuição de insetos causadores de danos em locais de monocultivo fornece grande auxílio aos métodos de controle, conferindo-lhes maior eficácia (DUARTE *et al.*, 2015).

Sabendo-se que a possibilidade da disseminação do Amarelecimento Letal ao longo da América do Sul é uma realidade que preocupa grandes produtores de coco do Brasil, há a necessidade de utilização de novas tecnologias de monitoramento fitossanitário. Desta forma, objetivou-se neste estudo determinar o padrão de distribuição espacial e a dinâmica populacional anual dos adultos do *H. crudus*, correlacionando-os com os fatores climáticos,

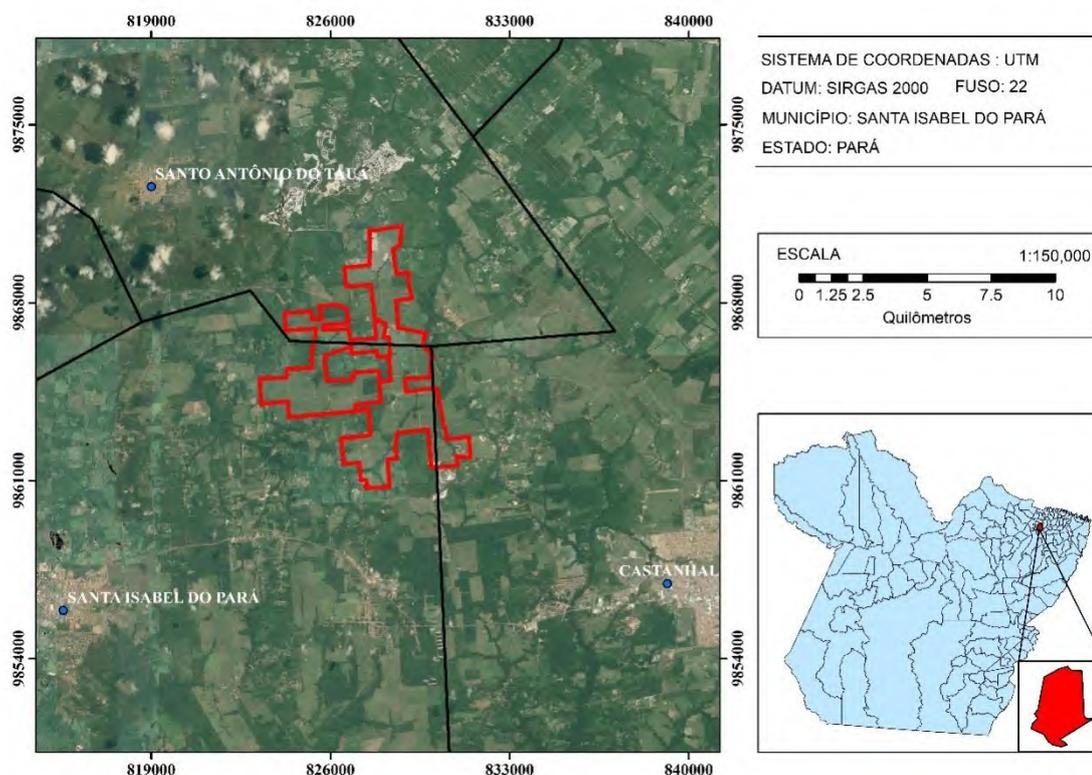
como temperatura e precipitação em plantio comercial de coqueiro, tendo a geoestatística como ferramenta de análise.

## 3.2 Material e Métodos

### 3.2.1 Área Experimental

A pesquisa foi realizada na Fazenda Reunidas, pertencente a empresa Sococo S/A - Agroindústria da Amazônia em Santa Isabel do Pará tendo como sua localização mais precisa ( $01^{\circ} 13' 40,16''$  S e  $48^{\circ} 02' 54,35''$  O). A propriedade possui plantio comercial de coqueiro anão verde do Brasil (Figura 14). A região é caracterizada por altos índices de precipitação, com valores de até 3.000 mm e umidade relativa média aproximada de 80%. A classificação climática segundo Köppen-Geiger é do tipo Af<sub>i</sub> (SEMA, 2017). A região possui período chuvoso compreendido entre os meses de Janeiro a Maio e um período, de Junho a Dezembro, com menor quantidade de chuvas. A vegetação predominante na localidade consiste em vegetação secundária do tipo capoeira, tendo focos também de pastagens. Os solos de maior predominância são do tipo Neossolo quartzarênico, com boa drenagem e altos níveis de intemperismo (EMBRAPA, 2006).

**Figura 14.** Mapa da Fazenda Reunidas Sococo, localizada no município de Santa Isabel do Pará – PA.



Fonte: Autor, 2018.

Na Fazenda Reunidas Sococo podemos encontrar o plantio convencional da variedade coqueiro anão verde do Brasil, apresentando uma área de cultivo de aproximadamente 2.100 hectares distribuídos em 320 parcelas onde as plantas são dispostas em conformação de triângulo equilátero, com espaçamento de 7,5m, com a finalidade de se obter o melhor aproveitamento da área e a densidade mais adequada para a cultura. Utiliza-se *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) como cobertura do solo das entrelinhas de plantio das parcelas, com o sistema de empilhamento de restos de tratos culturais na projeção da copa das plantas para proporcionar a ciclagem dos nutrientes.

### 3.2.2 Delineamento experimental

Para a escolha da área adequada para o estudo, primeiramente foi realizado levantamento preliminar da entomofauna aérea em 8 parcelas de ambientes contrastantes, onde os resultados angariados demonstraram alta incidência da cigarrinha nas proximidades de um corpo hídrico, abrangendo cerca de 3 das 8 parcelas, dentre as quais, escolheu-se uma ao acaso.

A área selecionada possuía 19,21 ha com plantas de 6 anos de idade, e detinha a denominação “J-152”. A parcela localizava-se próxima a um açude e a pequenas áreas com pastagem composta por *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweik. Os parâmetros meteorológicos utilizados neste trabalho, como precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C), foram obtidos da estação automática do Instituto de Meteorologia (INMET) no município de Castanhal-PA, a qual distancia-se cerca de 17 km da área do experimento.

Foram instaladas 40 armadilhas adesivas amarelas nas dimensões 23 x 28 cm (Marca ISCA) na parcela estudada, localizadas na base das copas dos coqueiros a 1,50 m do solo e dispostas sistematicamente de modo que se constituísse uma malha de 60 x 78 m, afim de que se pudesse obter a melhor representatividade possível de acordo com Roberto *et al.* (1997). Com sugadores bucais, as cigarrinhas também foram capturadas para identificação taxonômica. A identificação foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico e chaves dicotômicas descritas por Triplehorn; Johnson (2015) e Rafael *et al.*, (2012). Cerca de 30 exemplares foram selecionados e enviados para Embrapa Tabuleiros Costeiros para confirmação da espécie, realizada pela doutora Eliana Maria dos Passos, precursora da constatação da presença do inseto vetor no Brasil (SILVA *et al.*, 2019).

As armadilhas foram instaladas quinzenalmente, durante um ano (Outubro de 2017 a Setembro de 2018), totalizando 24 amostras. Após a coleta as armadilhas foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes e armazenadas em câmara fria com temperatura controlada a 5° C para posteriormente ser feita a quantificação dos insetos.

Nenhum tratamento fitossanitário foi realizado na área durante o desenvolvimento do experimento. Tratando-se de área de plantio comercial, apenas foram realizados os tratamentos culturais para a manutenção da produtividade normal das plantas, como limpeza e adubação.

Durante as visitas, foram realizadas observações da região abaxial das folhas dos coqueiros para constatar a presença de insetos sugadores; se presentes os mesmos foram capturados. As armadilhas adesivas foram encaminhadas para identificação, realizada no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal Rural da Amazônia, no campus Belém.

### 3.2.3 Obtenção de dados meteorológicos

Os dados meteorológicos acumulados anuais como precipitação pluviométrica (mm) e umidade relativa (%) de Agosto de 2017 a Março de 2018 para a região de localização da área de pesquisa, foram obtidos da estação meteorológica da empresa Sococo Agroindústrias da Amazônia.

### 3.2.4 Georeferenciamento e levantamento planialtimétrico da área em estudo

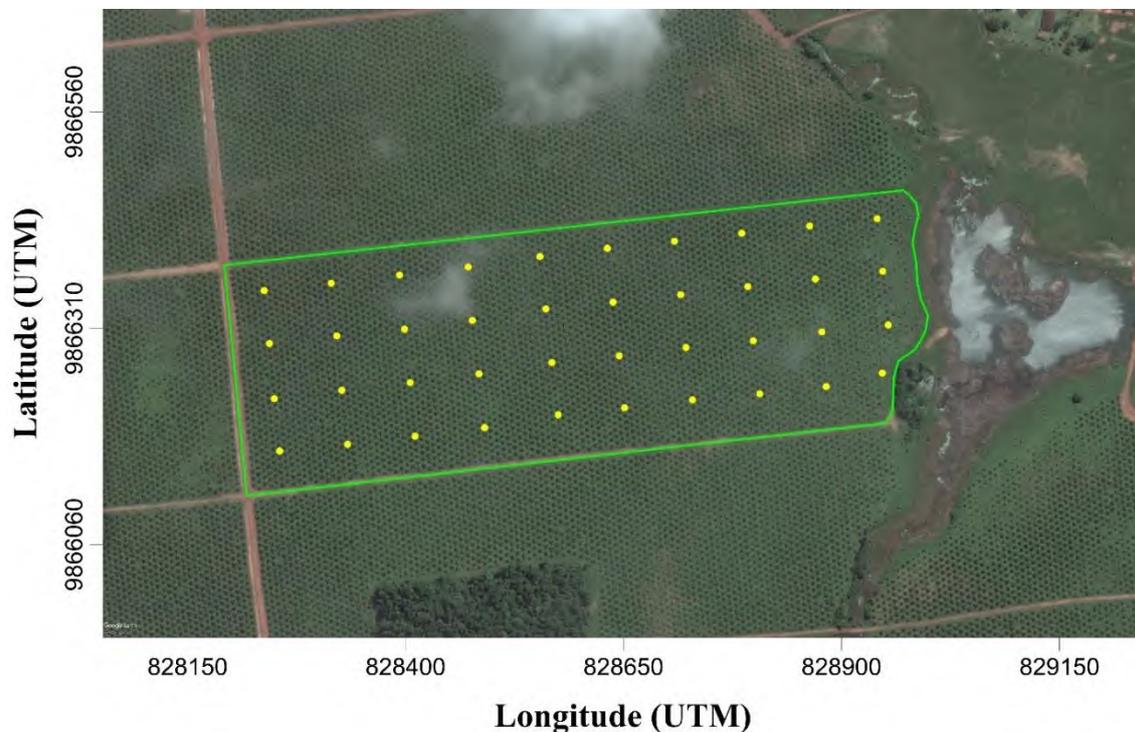
Cada uma das 40 plantas, onde foram instaladas as armadilhas, foi devidamente georreferenciada dentro do Sistema de Informação Geográfica (SIG), que é baseado no cruzamento das coordenadas de Latitude e Longitude. Através destas informações podem-se gerar posições geográficas específicas. Neste experimento os pontos gerados pelas coordenadas foram transformados para UTM (*Universal Transversa de Marcator*) de acordo com o sistema retangular. Para o georeferenciamento das armadilhas foi utilizado o Aparelho GPS de navegação, marca Garmin, modelo Montana 680 (FARIAS *et al.*, 2002a)

Foi realizado o levantamento da altimetria do terreno da parcela experimental utilizando Aparelho GPS Geodésico, da marca Trimble, modelo R6, que possui precisão de 3 mm + 0,1 ppm RMS. Para a realização da digitalização da área foram coletados 30 pontos, sendo rastreado 1 ponto advindo de cada um dos vértices da parcela. Para a confecção do mapa digital com informações mais precisas, os dados obtidos foram processados na Plataforma IBGE-PPP

(Processamento por Ponto Preciso). Os valores das coordenadas, em UTM de *Northing*, *Easting* e Altitude de cada ponto amostral, foram obtidos de modo que fossem todas pertencentes ao fuso 22. Utilizando-se de um interpolador de curvatura mínima, que é um algoritmo de construção de terrenos digitalizados, foi possível a construção de um mapa digitalizado do terreno da parcela e a obtenção das cotas (PRESS *et al*, 1988).

Após a obtenção das informações de posicionamento espacial dos pontos foi confeccionado um mapa digitalizado de cada ponto das armadilhas na área experimental, com a utilização do software SURFER 14.0 (BRANDÃO, 2018) (Figura 15).

**Figura 15.** Disposição das armadilhas adesivas para captura de *H. crudus* em área experimental de plantio de coqueiro, município de Santa Isabel do Pará, Pa.



Fonte: Autor, 2017.

### 3.2.5 Análise Geoestatística

Inicialmente foi realizado o ajuste dos semivariogramas para cada um dos doze meses de avaliação e em seguida foram confeccionados mapas de Krigagem (VIEIRA *et al.*, 1983). A variável regionalizada *Z* considerada no estudo foi o número de adultos de *H. crudus* capturados nas armadilhas adesivas, a qual variou de acordo com as posições geográficas determinadas pelas variáveis longitude (*X*) e latitude (*Y*). Sendo desconsiderados valores mensais abaixo de

30 indivíduos. A dependência espacial entre os pares de pontos vizinhos foi calculada através da semivariância, estimada pela Equação 5:

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

Onde  $\gamma(h)$ , corresponde a semivariância calculada por uma distância  $h$ ;  $N(h)$  representa o número total de armadilhas analisadas, as quais são separadas por uma distância  $h$ . Em caso de variáveis espacialmente dependentes os valores  $[Z(xi)-Z(xi+h)]^2$ , crescem até que atinjam o ponto de estabilidade (FARIAS *et al.*, 2002b).

Os parâmetros estabelecidos para a análise dos semivariogramas, foram: o patamar ( $C0+C1$ ), o efeito pepita ( $C0$ ) e o alcance ( $a$ ). O patamar é o valor do semivariograma correspondente ao seu alcance. O efeito pepita consiste na semivariância entre os pares de pontos vizinhos; o alcance mensura a máxima distância que pode existir da dependência espacial. Neste estudo também foi calculado o Índice de Dependência Espacial (IDE)  $k$  (relação  $C0/(C0+C1)$ ) de cada avaliação, este parâmetro é classificado como: dependência espacial fraca  $IDE > 75\%$ , moderada  $25\% \leq IDE \leq 75\%$  e forte  $IDE < 25\%$  (CAMBARDELLA, *et al.*, 1994; LANDIM, 1998; FARIAS, *et al.*, 2004; PINHO, *et al.*, 2016;).

Para cada mês de amostragem foram confeccionados semivariogramas experimentais, em seguida foram testados os modelos matemáticos que melhor se ajustavam, dentre os quais: Linear, Exponencial, Gaussiano e Esférico (JOURNEL; HUIJBREGTS, 2003). Com a obtenção dos modelos adequados ao caso pôde-se, através do método da Krigagem ordinária, confeccionar mapas onde é possível observar a incidência e a disposição espacial do inseto na parcela experimental, através da metodologia de interpolação (VIEIRA *et al.*, 1983). Para o cálculo utilizou-se o estimador de krigagem ordinária, Equação 6:

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

Onde  $Z^*$  é uma estimativa que deve ser realizada para qualquer localização, e  $x_0$  corresponde aos valores das medidas vizinhas combinadas linearmente.  $N$  simboliza o número de valores mensurados relacionados com a estimativa,  $\lambda_i$  é a moderação associada aos valores medidos. Neste método os ponderadores são calculados sob duas condicionais de restrição: em

que a variância do que se é estimado seja a mínima possível e que o estimador não apresente alguma tendência ou inclinação (JOURNEL; HUIJBREGTS, 2003).

A partir da padronização e do ajuste dos dados, é realizada a seleção do modelo que mais adequa-se aos parâmetros (Equação 7).

$$\gamma(h) = \{C0 + C1.Modelo(\alpha)\} \quad (3)$$

Em que:  $C0$  é a semivariância mínima,  $(C0+C1)$  é a semivariância máxima,  $\alpha$  é o alcance de agregação e  $h$  é a distância que separa os pares de pontos (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

Para analisar a significância das correlações de Pearson das médias populacionais dos insetos e as médias pluviométricas anuais e mensais, foi realizada pelo Teste t de “Student” ao nível de  $(p>0,05)$ . Os softwares utilizados para as análises foram EXCEL 2013 e STATISTICA 8.0.

### 3.3 Resultados e Discussão

Durante o período de realização das coletas, de outubro de 2017 a setembro de 2018, foram capturados um total de 850 espécimes de *H. crudus*. Observou-se a diminuição na quantidade de insetos conforme o aumento da precipitação pluviométrica e com o aumento da temperatura (Figura 16). Demonstrando a interferência das condições meteorológicas na população dos insetos. Nos meses de dezembro de 2017 e setembro de 2018 foram constatados os maiores picos populacionais do inseto, totalizando 170 e 212 respectivamente. As menores quantidades foram obtidas nos meses de fevereiro e maio de 2018, com 2 e 3 espécimes.

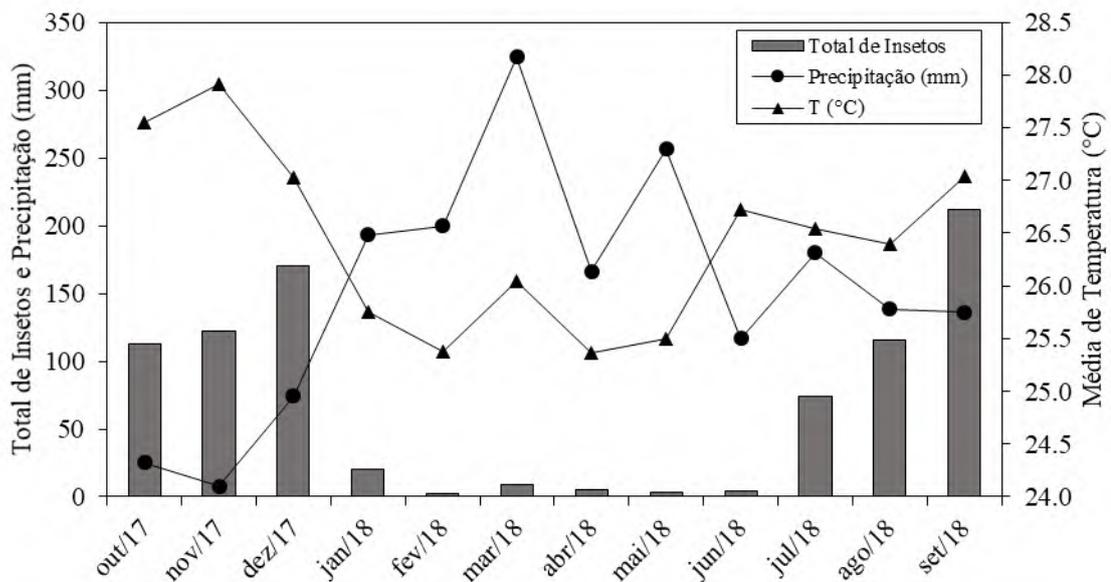
Os autores Rahmathulla *et al.* (2012), afirmaram que fatores climatológicos têm forte influência ao longo do desenvolvimento natural dos insetos fitófagos e que tais fatores interferem intrinsecamente nos processos de ovoposição, alimentação, crescimento e reprodução. Deste modo, variáveis como precipitação e temperatura, afetam em muitos casos a dinâmica populacional de insetos-praga e insetos não praga.

Muitos pesquisadores de pragas em cultivo de palmáceas fazem a inferência de que a flutuação populacional de *H. crudus* está ligada diretamente com as variações meteorológicas do ambiente em que os mesmos são encontrados, mostrando constantemente também que

adultos desta cigarrinha podem ser encontrados praticamente durante o ano todo na parte abaxial das folhas das palmeiras, mas estes são muito mais abundantes em períodos em que se tem menor quantidade de chuvas (MORENO *et al.*, 2014).

A temperatura e a precipitação pluviométrica são fatores abióticos intrínsecos para o desenvolvimento dos insetos, haja vista que variações muitas vezes alteraram a duração do ciclo de vida dos mesmos. Silva *et al.*, (2011) avaliaram a influência destes dois parâmetros na infestação natural de outra cigarrinha sugadora mosca-negra-dos-citros em plantio de citros no estado do Pará, através de correlações e demonstraram que a temperatura influencia positivamente na regulação da população da praga e que altas taxas de pluviosidade reduzem significativamente a infestação.

**Figura 16.** Precipitação, temperatura e flutuação populacional de *Haplaxius crudus*, coletados mensalmente em plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará-Pa.



**Fonte:** Autor, 2018.

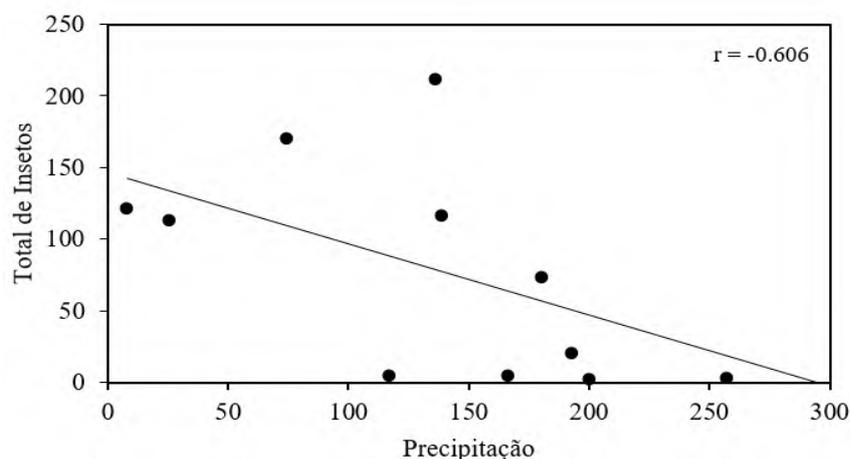
Na região de estudo os meses de outubro, novembro e dezembro de 2017 e junho, agosto e setembro de 2018 apresentaram a menor precipitação média de 72,6 mm. Tendo o mês de novembro, apenas 8 mm, a pluviometria mais crítica do período de avaliação. Conseqüentemente a ocorrência de indivíduos capturados nesse período foi maior. Já nos meses mais chuvosos como janeiro, fevereiro, março, abril, maio e julho com média de precipitação de 220 mm, esta ocorrência por sua vez, diminuiu consideravelmente. Sendo o mês de março aquele que apresentou maior precipitação com 324,4 mm.

Foi evidenciado graficamente que a dinâmica populacional de *H. crudus* tem forte relação com as variáveis meteorológicas mensais, precipitação e temperatura. Com tendência da diminuição da população de cigarrinhas à medida que o quantitativo de chuvas aumenta e o de temperaturas diminui. Onde através de aplicação de correlação de Pearson entre a média mensal de insetos e o valor de precipitação acumulada por mês foi adquirido o valor significativo de -0,606, que indica correlação negativa entre os fatores. E o valor significativo de 0,733, que indica correlação positiva, foi obtido quando correlacionou-se a variável temperatura média mensal com a média mensal de insetos (Figuras 17 e 18).

Através dos gráficos de dispersão, Figuras 17 e 18, onde respectivamente são apresentados a correlação positiva significativa entre a população de *H. crudus* e a temperatura e negativa para a precipitação, tornou-se evidente a influência dos fatores bióticos e abióticos. Paradell *et al.*, (2014), apresentou que a comunidade de cigarrinhas sofre aumento populacional quando os fatores temperatura, fotoperíodo e umidade do ar, são simultaneamente aumentados.

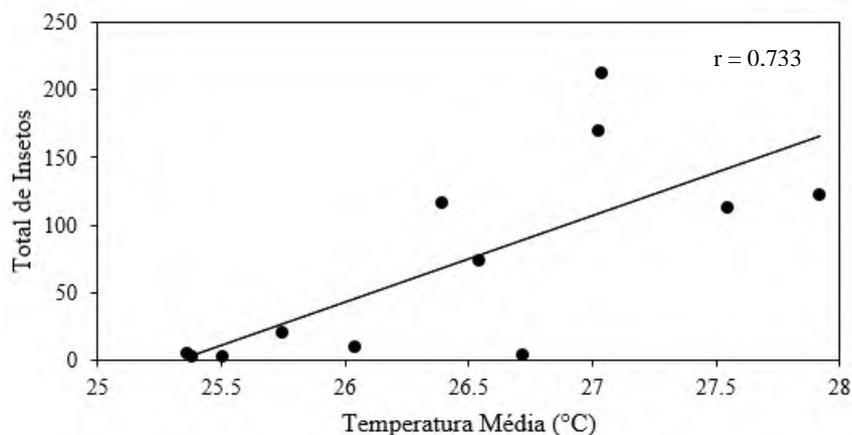
Silva *et al.*, (2018), apresentou resultados similares avaliando a variação sazonal na comunidade Auchenorrhyncha em acessos de coqueiro anão. Houve similaridade com o presente trabalho principalmente quando avaliaram a contribuição relativa dos fatores abióticos na explicação da composição destas comunidades de insetos na cultura em questão. Os autores demonstraram que insetos desta subordem são mais abundantes imediatamente após alguns meses que apresentam um grande quantitativo de chuvas e em que as temperaturas médias mensais sofrem pequena elevação.

**Figura 17.** Gráfico de dispersão que mostra a correlação entre o total mensal de indivíduos de *Haplaxius crudus* coletados e a precipitação média mensal, no período de outubro de 2017 a setembro de 2018, significativo a  $p >= 0,05$ .



**Fonte:** Autor, 2018.

**Figura 18.** Correlação entre o total mensal de indivíduos de *Haplaxius crudus* coletados e temperatura mensal, no período de outubro de outubro de 2017 a setembro de 2018, significativo a  $p \geq 0,05$ .



**Fonte:** Autor, 2018.

Evidenciou-se o valor mínimo de alcance neste experimento de 154 metros de distância com 7,45 ha de área que é influenciada pela infestação do inseto estudado, o qual confirma que a malha formada pela distribuição espacial das armadilhas utilizadas em campo foi considerada satisfatória. Assim deixando evidente a forma de distribuição espacial agregada do *H. crudus*. Em contrapartida, o alcance máximo obtido foi de 238 metros com área de influência de 17,80 ha (Tabela 6).

A distribuição espacial da população de *H. crudus* apresentou padrão de comportamento agregado. Geralmente insetos sugadores da subordem Auchenorrhyncha apresentam este tipo de padrão. Oliveira *et al.*, (2016), estudou o comportamento espacial de insetos adultos de *Empoasca kameri* (Ross & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae) em pinhão-mansão no município de Dourados-MS, e encontrou o mesmo padrão. Em um estudo realizado por Leal *et al.* (2010), com plantas com a doença do greening (Huanglongbing/HLB) sendo esta também transmitida por um inseto sugador, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae), obteve dependência espacial com raio de agregação de 300 a 560 m, indicando distribuição agregada.

**Tabela 5.** Parâmetros do semivariograma, área de alcance, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), índice de dependência espacial e modelo experimental para análise geoestatística da infestação de *Haplaxius crudus* em plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará, Pa, Brasil.

Época	Parâmetros			Área de Alcance (ha)	$R^2$	K	Modelo	Grau de Dependência
	C0	C1	a (m)					
out/17	8	12.7	175	9.62	0.97	0.386	Esférico	MODERADO
nov/17	0	94	160	8.04	0.95	0.000	Esférico	FORTE
dez/17	0	19.7	190	11.34	0.99	0.000	Esférico	FORTE
jan/18					Sem ajuste			
fev/18					Sem ajuste			
mar/18					Sem ajuste			
abr/18					Sem ajuste			
mai/18					Sem ajuste			
jun/18					Sem ajuste			
jul/18	0	14.2	238	17.80	0.99	0.000	Esférico	FORTE
ago/18	6.8	15.4	154	7.45	0.95	0.306	Esférico	MODERADO
set/18	10	136	190	11.34	0.97	0.068	Esférico	FORTE

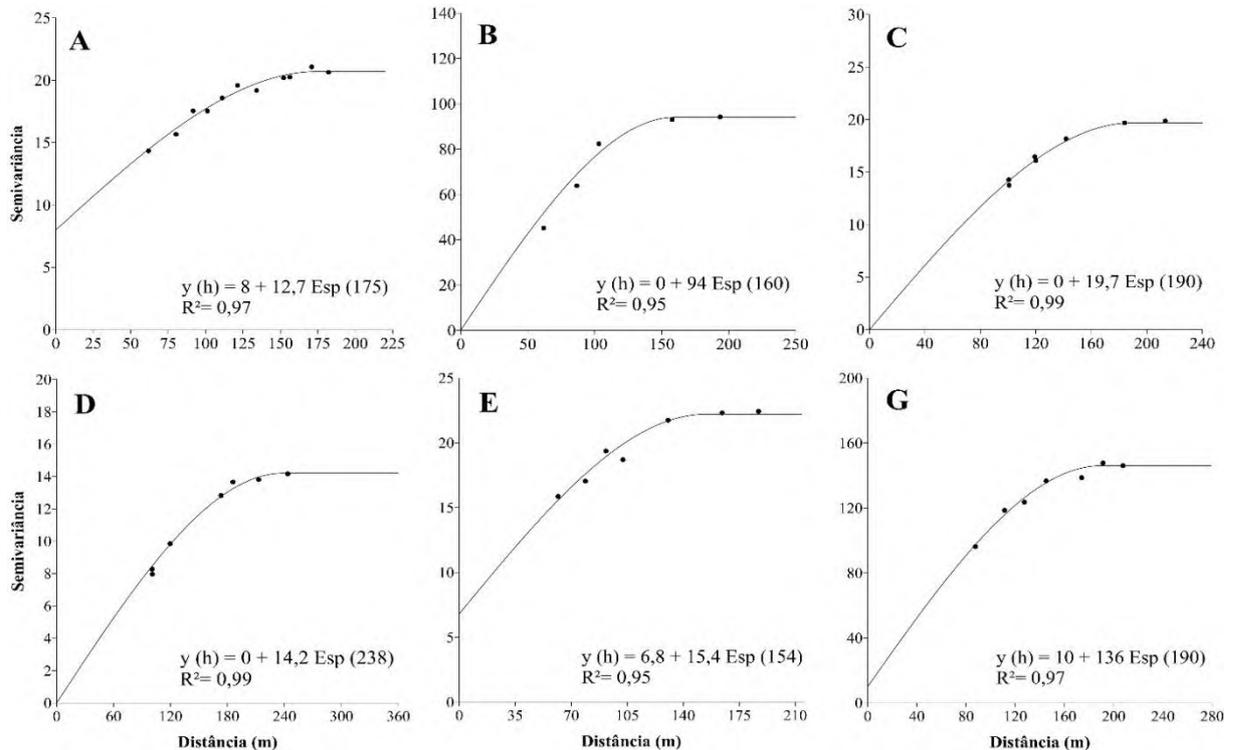
<sup>a</sup> Calculado por  $\pi \cdot r^2$ , onde  $\pi = 3,14159$  e  $r = a$ ; <sup>b</sup> Relação entre  $C_0/(C_1 + C_0)$

**Fonte:** Autor, 2018.

Dentre os modelos matemáticos mais aplicados a dados referentes a parâmetros bióticos, o esférico foi o que ofereceu melhor ajuste aos semivariogramas experimentais. Estes apresentaram coeficiente de determinação ( $R^2$ ) que oscilou entre os valores de 0,95 a 0,99. Os parâmetros obtidos pelo modelo esférico em relação à ocorrência do inseto *H. crudus* apresentaram todos os coeficientes de determinação,  $R^2$  acima de 0,90 (Figura 19).

Realizou-se ajuste utilizando-se o modelo esférico para cada um dos 12 meses, entretanto, os meses do período mais chuvoso do ano, de Janeiro a Junho, não possibilitaram um bom ajuste do modelo devido à pequena quantidade de insetos capturados pelas armadilhas, ou seja, por esses meses não apresentarem número significativo de espécimes.

**Figura 19.** Semivariogramas da infestação de *Haplaxius crudus* em plantios comerciais de coqueiro no município de Santa Isabel do Pará, referentes aos meses de Outubro (A), Novembro (B), Dezembro (C) de 2017 e Julho (D), Agosto (E) e Setembro (F) de 2018. Município de Santa Isabel do Pará, Pa, Brasil.



**Fonte:** Autor, 2018.

Foi constatado a partir dos mapas de superfície a densidade de infestação da cigarrinha e o posicionamento dos insetos, que sofre pequenas variações de acordo com o passar dos meses e a mudança das condições climáticas, mas que, no geral, encontraram-se concentradas coincidentemente entre as duas cotas mais baixas da área, 12 e 13 m, respectivamente, onde pode ser encontrado solo úmido de e pequenos focos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Ainda nos mapas, fica evidente o aparecimento de áreas de agregação da praga, com formação de reboleiras (Figuras 20 e 21).

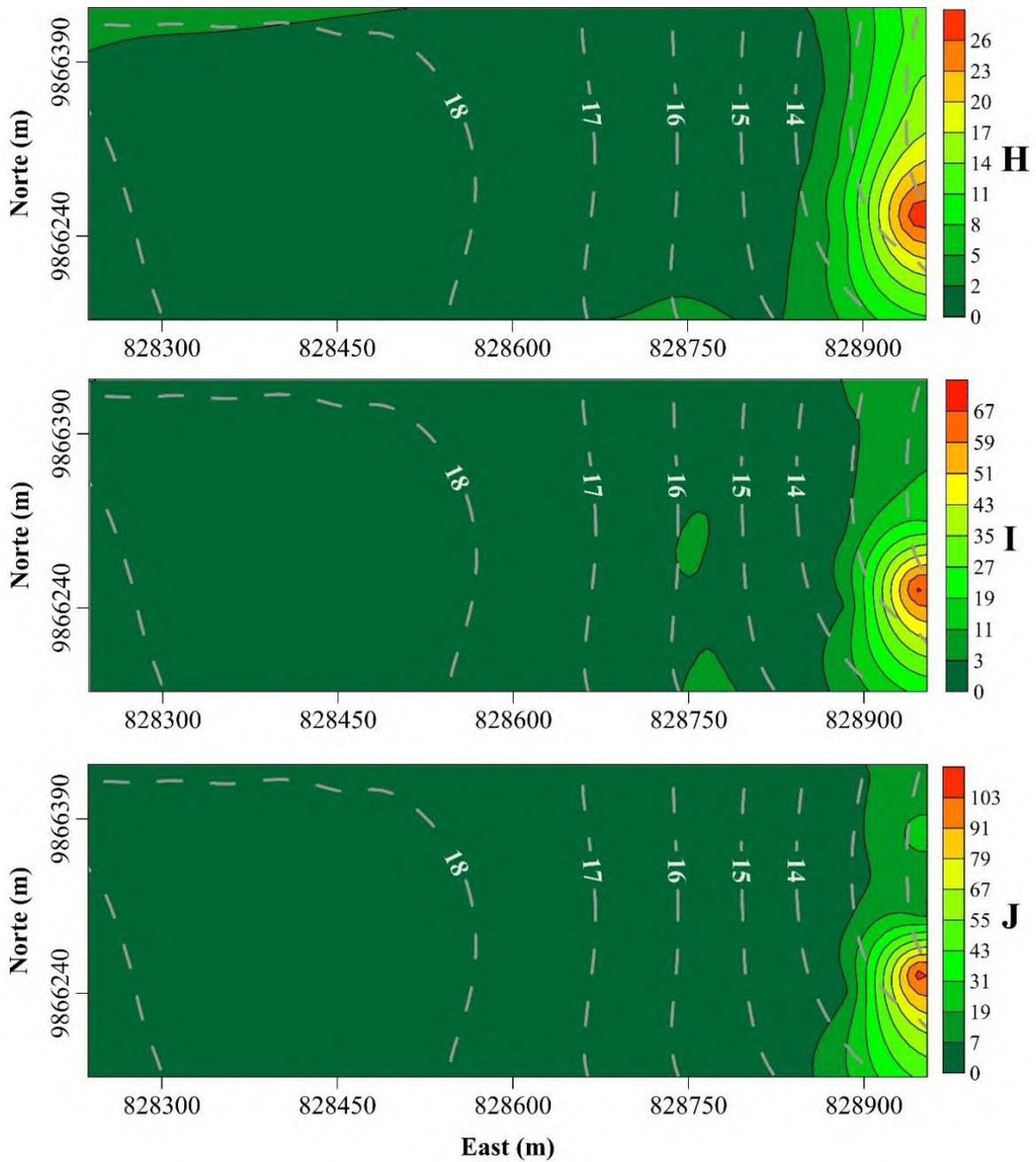
Através da altimetria do terreno foi possível observar a preferência do da cigarrinha pela área mais baixa da parcela, onde a umidade do solo é maior devido o escoamento da água advinda das partes mais altas.

Através dos mapas de krigagem da disposição espacial de *H. crudus* é possível observar a atração massal da população do inseto pela periferia da parcela mais próxima ao foco de pastagem, onde pode-se encontrar focos de *B. humidicola*. Alguns autores como Hernandez e colaboradores (2018), estudaram as ervas daninhas utilizadas por *H. crudus* em um patossistema de coco no sul do México e comprovou que *B. humidicola* é umas das principais

espécies hospedeiras da praga e sugeriu que deve ser considerado importante o uso de manejo integrado quando esta gramínea encontra-se presente em áreas de produção de coco.

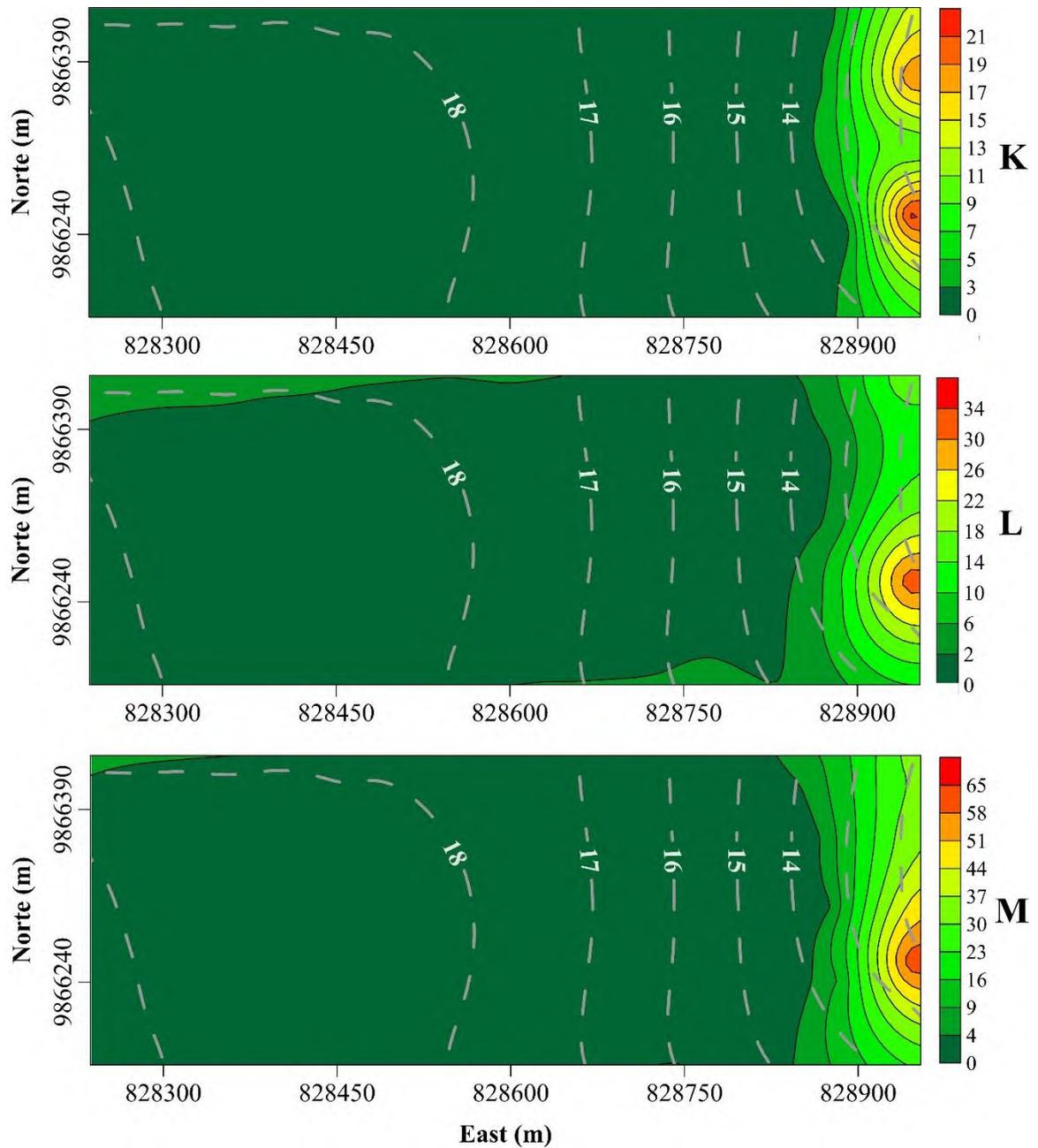
O levantamento altimétrico, para a análise do padrão comportamental de distribuição espacial da cigarrinha *H. crudus*, apresentou resultados que demonstram uma clara preferência pelas áreas de menor altitude, locais estes onde ocorre maior acúmulo de umidade no solo, o que faz com que este ambiente seja propício para o desenvolvimento do inseto. Haja vista que indivíduos da subordem Auchenorrhyncha são necessariamente sugadores de seiva que em seu desenvolvimento inicial dependem das condições ambientais encontradas, como no experimento de Latini *et al.*, (2019), que demonstrou que o combate de cigarrinhas em estágio de ninfa deve ser realizado após a eclosão e antes dos primeiros estágios de larva, onde estes dependem diretamente da umidade. Reforçando a necessidade de monitoramento fitossanitário constante em áreas com características semelhantes.

**Figura 20.** Mapa de Krigagem da distribuição espacial de *Haplaxius crudus* e altimetria (linhas tracejadas) em plantio comercial de coqueiro, referentes aos meses de Outubro (H), Novembro (I), Dezembro (J) de 2017. Município de Santa Isabel do Pará, Pa, Brasil.



**Fonte:** Autor, 2018.

**Figura 21.** Mapa de Krigagem da distribuição espacial de *Haplaxius crudus* e altimetria (linhas tracejadas) em plantio comercial de coqueiro, referentes aos meses de Julho (K), Agosto (L) e Setembro (M) de 2018. Município de Santa Isabel do Pará, Pa, Brasil.



Fonte: Autor, 2018.

### 3.4 Conclusões

O inseto *Haplaxius crudus* está presente na área de estudo durante todos os meses do ano sem causar danos econômicos significativos. Sua população apresenta comportamento variável de acordo com as fatores meteorológicos locais, sendo positivo em relação a temperatura e negativo para a precipitação.

A distribuição espacial de *H. crudus*, em áreas comerciais de coqueiro, no município de Santa Isabel do Pará, Pa, ocorre de maneira agregada, sendo a dependência espacial explicada pelo modelo esférico.

A infestação de *H. crudus* concentra-se em áreas periféricas mais baixas e úmidas, formando reboleiras de 154 a 238 metros de raio, onde predominam focos da gramínea *Brachiaria humidicola* a qual é utilizada como hospedeira.

Recomenda-se monitoramento fitossanitário periódico nas áreas da empresa visando o acompanhamento dos níveis populacionais do *Haplaxius crudus* e o controle, de forma a inviabilizar a propagação dessa importante praga e possíveis problemas com o Amarelecimento Letal.

### 3.5 Referências

- ABEYSINGHE, S., ABEYSINGHE, P. D., SILVA, C. K., UDAGAMA P., WARAWICHANEE K., ALJAFAR N., KAWICHA P., DICKINSON M. Refinement of the taxonomic structure of 16srxi and 16srxiv phytoplasmas of gramineous plants using multilocus sequence typing. **Plant Disease**, Colombo, v. 100, n.10, p. 2001-2010, out. 2016.
- ARANGO, M.; SAAVEDRA, C. M.; MARTÍNEZ, G. Efecto del color de las trampas en el monitoreo de adultos de *Haplaxius (Myndus) crudus*. **Palmas**, v. 33, n. 4, p. 53-61, 2012.
- BERTACCINI, A.; DUDUK, B.; PALTRINIERI, S.; CONTALDO, N. Phytoplasmas and phytoplasma diseases: A severe threat to agriculture. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n.12, p. 1763- 1788, 2014.
- BRANDÃO, A. D. S.; FARIAS, P. R. S.; DIONISIO, L. F. S.; TINÔCO R. S.; SILVA, A. G.; SILVA T. A. F. Spatial and temporal distribution of *Opsiphanes invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae) in oil palm, Pará State, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 4, 2017, p. 464-469.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**. v. 58, n. 5, p.1501-1511, 1994.
- DAL PRÁ, E.; GUEDES, J. V. C.; CHERMAN, M. A.; JUNG, A. H.; SILVA, S. J. P.; RIBAS, G. G. Uso da geoestatística para caracterização da distribuição espacial de larvas de *Diloboderus abderus*. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1689-1694, 2011.

DUARTE, F.; CALVO, M.V.; BORGES, A.; SCATONI, I. B. Geostatistics and Geographic Information Systems to Study the Spatial Distribution of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) in Peach Fields. **Neotropical Entomology**, v.44, n.4, p.319–327, 2015.

EMBRAPA, Conceito e Definição das Classes de 1º Nível (ordens). In: SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; COELHO M. R.; LUMBRERAS J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2006. p. 76-92.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization. Crops**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

FARIAS, P. R. S.; ROBERTO, S. R.; LOPES, J. R. S.; PERECIN, D. Geoestatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical entomology**, v. 33, n. 1, jan. 2004, p. 013-020.

FARIAS, P. R. S.; SÁNCHEZ-VILA, X.; BARBOSA, J. C.; VIEIRA, S. R.; FERRAZ, L. C. C. B.; SOLÍS-DELFIN, J. Using geostatistical analysis to evaluate the presence of *Rotylenchulus reniformis* in cotton crops in Brazil: Economic implications, **Journal of Nematology**, v. 34, n.3, p. 232-238, set. 2002.

GITAU, C. W.; GURR, G. M.; DEWHURST, C. F.; FLETCHER, M. J.; MITCHELL, A. Insect pests and insect-vector diseases of palms. **Australian Journal of Entomology**. v. 48, n. 4, p. 328-342, 2009.

HARRIES H. C.; CLEMENT C. R. Long-distance dispersal of the coconut palm by migration within the coral atoll ecosystem. **Annals of botany**, Inglaterra, v. 113, p. 565-570, 2013.

HERNÁNDEZ, E. R.; ALEJANDRO, M. A. M.; GARCÍA, C. F. O.; SALÍN, C. O.; GORDILLO, J. M. L.; SOTO, S. S. The coconut pathosystem: weed hosts of nymphs of the american palm cixiid *Haplaxius crudus* (Hemiptera: Fulgoroidea). **Journal of Natural History**, Londres, v.52, n. 5-6, p. 255-268, 2018.

HOWARD, F. W.; M. R. WILSON. Hemiptera: Auchenorrhyncha. In: HOWARD F. W.; MOORE D. R. M.; GIBLIN-DAVIS, R. M.; ABAD R. G. (Ed.). **Insects on Palms London**, Nova Iorque: CAB publishing, 2001. p. 128–160.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. 2016.  
[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_%5Bmensal%5D/Fasciculo/2015/lspa\\_201512.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo/2015/lspa_201512.pdf)

JOURNEL, A. G.; HUIJBREGTS, J. C. H. **Mining geostatistics**. New York: Blackburn Press, 2003. 600 p.

KRAMER J. P. Taxonomic study of the planthopper genus *Myndus* in the Americas (Homoptera: Fulgoroidea: Cixiidae). **American Entomology Society**, v. 105, n. 3, p. 301-389, set. 1979.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: UNESP, 226p, 1998.

LATINI A.; FOXI, C.; BORFECCHIA, F.; LENTINI, A.; CECCO, L.; IANTOSCA, D.; SERAFINI, M.; LANERI, U.; CITTERIO, M.; CAMPIOTTI, A.; BENELLI, G.; MARIANI, S. Tacking the vector of *Xylella fastidiosa*: geo-statistical analysis of long-term field

observations on host plants influencing the distribution of *Phyllaenus spumarius* nymphs. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-14, 2019.

LEAL, R. M.; BARBOSA, J. C.; COSTA, M. G.; BELASQUE JÚNIOR, J.; YAMAMOTO, P. T. DRAGONE, J. Distribuição espacial de Huanglongbing (Greening) em citros utilizando a geoestatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**. vol.32, n.3, pp.808-818. 2010 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000077>.

MELLO, A. P. O. A.; BEDENDO, I. P.; CAMARGO, L. E. A. Identidade molecular dos fitoplasmas associados aos enfezamentos do tomateiro e da berinjela com base na análise do gene 16S rDNA. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n.3, 2007, p. 258-263.

MEYERDIRK, D. E.; HART, W. G. Survey of Auchenorrhyncha (Insecta: Homoptera) associated with the Canary Island date palm in Southern Texas. **Florida Entomologist**, v. 65, n. 3, set. 1982.

MORENO, L. J. S.; PARDEY, A. E. B.; ESTUPIÑÁN, G. A. R.; GUTIÉRREZ, H. J.; PERILLA, J. A. M. **Variación en las poblaciones de *Haplaxius crudus*, vector de la Marchitez letal, en plantaciones de palma de aceite en Colombia**. Ceniavances 178, Bogotá: Cenipalma. 2014. 4 p.

NARVÁEZ, M.; VÁZQUEZ-EUÁN, R.; HARRISON, N. A.; NIC-MATOS, G. N.; JULIA, J. F.; DZIDO, F. L.; FABRE, S.; DOLLET, M.; OROPEZA, C. Presence of 16SrIV phytoplasmas of subgroups A, D and E in planthopper *Haplaxius crudus* Van Duzee insects in Yucatán, Mexico. **Biotech**, v. 8, n. 61, 2018.

NIPAH J. O., JONES P., DICKINSON M. J. Detection of lethal yellowing phytoplasma in embryos from coconut palms infected with Cape St Paul wilt disease in Ghana. **Plant Pathology**, v. 56, p. 777–84, 2007.

OLIVEIRA, M. D. G.; FERNANDES M. G.; MOTA, T. A.; OLIVEIRA, H. N. Spatial distribution of *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) adults in physic nut *Jatropha curcas* L. **Entomotropica**, v. 31, n. 29, p. 237-243, 2016.

PARADELL, S.; DEFEA, B.; DUGHETTI, A.; ZÁRATE, A.; LENICOV, A. M. M. R. Diversity of Auchenorrhyncha (Hemiptera: Cicadellidae) associated with *Vicia villosa* in Southern Buenos Aires Province, Argentina. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 674-684, 2014.

PARDEY, A. E. B.; ARANGO, C. M. Las mejores prácticas para detener el avance de la Marchitez letal (ml) en plantaciones de palma de aceite en Colombia. **Revista Palmas**, Bogotá, v. 37, p. 75-90, 2016.

PERILLA-HENAO, L. M.; CASTEEL, C. L. Vector-borne bacterial plant pathogens: Interactions with hemipteran insects and plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 1163, p. 1-15, 2016.

PINHO, R. C.; FARIAS, P. R. S.; RODRIGUES, K. C. V.; TINÔCO, R. S.; SANTOS, A. V. F.; MARSSENA, R. T. P. Distribuição espacial de *Rhynchophorus palmarum* em palma de óleo no Estado do Pará, Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 1, p. 22-31, jan. 2016.

PRESS, W. H.; FLANNERY, B. P.; TEUKOLSKY, S. A.; VETTERLING, W. T. **Numerical Recipes in C**. 3 ed., New York: Cambridge University Press, 2007. 1195 p.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos editora, 2012. 810 p.

- RAHMATHULLA, V. K.; KUMAR, C. M. K.; ANGADI, B. S.; SIVAPRASAD, V. Association of climatic factors on population dynamics of leaf roller, *diaphania pulverulentalis* hampton (Lepidoptera: Pyralidae) in mulberry plantations of sericulture seed farm. **Psyche: A Journal of Entomology**, v. 2012, 2012.
- RAMOS-HERNANDÉZ, E.; TORRES DE LA CRUZ, M.; OROPEZA-SALÍN, C.; ORTIZ-GARCIA, C. F.; LESHER-GORDILLO, J; MAGAÑA-ALEJANDRO, M. A. Manejo del agroecosistema cocotero, con énfasis en el amarillamiento letal del cocotero (*Cocos nucifera* L.). **Revista Agroproductividad**, v. 11, n. 1, p. 80-87, jan. 2018.
- ROBERTO, S. R.; LIMA J. E. O.; COUTINHO, A.; MIRANDA, V. S.; CARLOS E. F. Avaliação de métodos de monitoramento de cigarrinhas transmissoras da clorose variegada dos citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 2, p. 227-233, 1997.
- SEMA. **Classificação Climática do Pará Método de Köppen**. 2017. Disponível em: <[www.sema.pa.gov.br/download/classificacao\\_climatica\\_do\\_para.doc](http://www.sema.pa.gov.br/download/classificacao_climatica_do_para.doc)>. Acesso em 03 out. 2017.
- SILVA, A. G.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; FARIAS, P. R. S. Influência da temperatura na infestação de mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi*) em plantio de citros. **Nucleus**, Ituterava, v. 8, n. 1, p. 385-392, 2011.
- SILVA, F. G.; PASSOS, E. M.; DINIZ, L. E. C.; FARIAS, A. P.; TEODORO, A. V.; FERNANDES M. F.; DOLLET, M. Rainfall and coconut accession explain the composition and abundance of the community of potential auchenorrhyncha phytoplasma vectors in Brazil. **Environmental Entomology**, v. 47 n. 2, p. 318-324, 2018.
- SILVA, F. G.; PASSOS, E. M.; DINIZ, L. E. C.; TEODORO, A. V.; TALAMINI, V.; FERNANDES, M. F.; DOLLET, M. Occurrence in Brazil of *Haplaxius crudus* (Hemiptera: Cixiidae), vector of Coconut Lethal Yellowing. **Neotropical Entomology**, 4 p., jan. 2019.
- TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. Tradução da 7ª edição de Borror and Delong's introduction to the study of insects. 2ª ed., São Paulo: Cengage Learning, 2015. 809 p.
- VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, v. 51, n. 3, p. 1-75, jun. 1983.
- WATERS, H.; HUNT, P. The in vivo three-dimensional form of a plant mycoplasma-like organism by the analysis of serial ultrathin sections. **Journal of General Microbiology**, London, v. 116, n. 1, p. 111-131, 1980.
- WHEELER, A. G.; WILSON, S. W. The cixiid planthopper *haplaxius ovatus* (ball) (hemiptera: fulgoroidea): association with switchgrass (*panicum virgatum*; poaceae) and new distribution records. **Proceedings of the entomological society of Washington**, v. 116, n. 3, p. 358-368, 2014.
- YAMAMOTO, J. K; LANDIM, P. M. B. **GEOESTATÍSTICA: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 19-34.

#### 4 Considerações Finais

Os fatores abióticos estudados neste trabalho demonstraram importante influência sob fauna entomológica presente na parte aérea de plantios de coco no município de Santa Isabel do Pará-PA.

Os plantios comerciais de coco estudados apresentam famílias de insetos de extrema importância para a cocoicultura, tanto pragas como nos casos do *H. crudus* e muitos outros indivíduos considerados controladores ambientais excelentes como coccinelídeos, trichogramatídeos, dolichopodídeos e muitos outros inimigos naturais ou parasitóides que poderiam ser utilizados como possíveis agentes de controle biológico em estratégia de manejo de pragas.

Recomenda-se a implementação de novas tecnologias de monitoramento fitossanitário em conjunto a tratamentos que corroborem para a preservação da entomofauna encontrada na área. A utilização de fungos parasitóides e predadores os quais já estão presentes nestes ambientes, seriam uma excelente e viável alternativa para o controle complementar de pragas. Pois a presença destes foi bastante expressiva no estudo.