

Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo
Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP
“Dr. Antônio Guilherme de Souza”
Superintendência de Controle de Endemias

Lis Adriana Maldonado

***Rhodnius neglectus* (Lent 1954): Avaliação espacial, suscetibilidade a inseticida e potencial utilização do extrato de *Ricinus communis* L, como alternativa de controle na região noroeste do estado de São Paulo.**

São Paulo

2021

Lis Adriana Maldonado

***Rhodnius neglectus* (Lent 1954): Avaliação espacial, suscetibilidade a inseticida e potencial utilização do extrato de *Ricinus communis* L como alternativa de controle na região noroeste do estado de São Paulo.**

Trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado a Superintendência de Controle de Endemias, unidade do Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP “Doutor Antônio Guilherme de Souza”, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Vigilância e Controle de Vetores e Hospedeiros Intermediários.

Orientador (a): Dr. Rubens Antonio da Silva

São Paulo

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pelo Centro de Documentação – Coordenadoria de Controle de Doenças/SES-SP

©reprodução autorizada pelo autor, desde que citada a fonte

Maldonado, Lis Adriana

Rhodnius neglectus (Lent 1954): avaliação espacial, suscetibilidade a inseticida e potencial utilização do extrato de Ricinus communis L como alternativa de controle na região noroeste do Estado de São Paulo. / Lis Adriana Maldonado. – 2021.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Superintendência de Controle de Endemias, São Paulo, 2021.

Área de concentração: Vigilância e Controle de Vetores e Hospedeiros Intermediários .

Orientação: Prof. Dr. Rubens Antonio da Silva.

1. Doença de Chagas. 2. Rhodnius. 3. Arecaceae. 4. Resistência a inseticidas. 5. Controle de insetos.

SES/CCD/SUCEN - 103 /2021

Elaborada por Renan Matheus Predasoli 8/9275

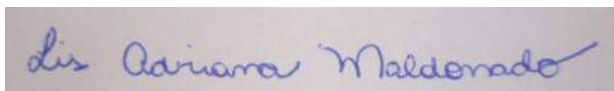
AUTORIZAÇÃO PARA ACESSO E REPRODUÇÃO DE TRABALHO

Eu, Lis Adriana Maldonado, aluno(a) do curso Especialização em Vigilância e Controle de Vetores e Hospedeiros Intermediários, autorizo a divulgação do meu trabalho de conclusão de curso por mídia impressa, eletrônica ou qualquer outra, assim como a reprodução total deste trabalho de conclusão de curso após publicação, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

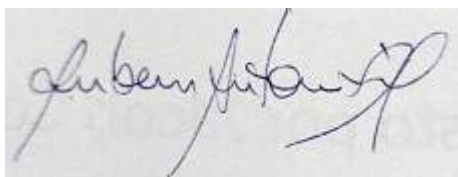
Prazo de liberação da divulgação do trabalho de conclusão de curso após a data da avaliação:

- Imediato
- 06 meses
- 12 meses
- Outro prazo _____ Justifique:

São Paulo, 26 de fevereiro de 2021.



Aluno(a): Lis Adriana Maldonado



De acordo:
Orientador(a): Rubens Antonio da Silva

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Rubens Antonio da Silva, pela oportunidade, pelo apoio e por todos os ensinamentos compartilhados.

A equipe do Laboratório Especializado de Mogi Guaçu: Doença de Chagas, por todo suporte, e pela agradável recepção.

A todos que contribuíram para realização deste trabalho.

RESUMO

MALDONADO, Lis Adriana. ***Rhodnius neglectus* (Lent 1954): Avaliação espacial, suscetibilidade a inseticida e potencial utilização do extrato de *Ricinus communis* L como alternativa de controle na região noroeste do estado de São Paulo.** 2021. 88 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Vigilância e Controle de Vetores e Hospedeiros Intermediários) – Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP; Sucen, São Paulo, 2021.

A doença de Chagas é causada pelo protozoário flagelado *Trypanosoma cruzi*. A infecção ocorre pelo contato com fezes contaminadas de vetor triatomíneo. *Rhodnius neglectus* (Lent 1954), é uma espécie de triatomíneo considerada de hábito silvestre, sendo seu ecótopo natural palmeiras, local onde encontra abrigo e alimento. Já existem relatos da presença desta espécie também em área urbana, domicílios e peridomicílios. Palmeiras infestadas por *R. neglectus* foram detectadas nos municípios de Araçatuba, Birigui, Guararapes e Piacatu, região noroeste de São Paulo. **Objetivos:** Avaliar espacialmente a distribuição das palmeiras infestadas nestes municípios, avaliar suscetibilidade de *R. neglectus* a inseticida piretróide utilizado em ações de controle, e avaliar a utilização do extrato de *R. communis*, em populações de *R. neglectus* como alternativa de controle. **Métodos:** As palmeiras investigadas foram georreferenciadas, categorizadas quanto a infestação, diâmetro do caule, condição da copa, e espécie. O teste de suscetibilidade foi realizado com aplicação tópica de 0,1 μ L do inseticida no dorso de ninfas de *R. neglectus* no quinto dia após o nascimento. O teste para avaliação de *R. communis* foi realizado em ninfas de terceiro estadió de *R. neglectus* através de aplicação tópica e teste de contato com papel filtro utilizando três diferentes soluções produzidas a partir do extrato vegetal, concentradas a 100% e 75%. **Resultados:** Foram pesquisadas 3.011 palmeiras na região entre 2014 e 2020, das quais 743 estavam infestadas (24,6%). 6.815 triatomíneos foram coletados, sendo a maioria ninfas (66,0%). Não foram identificadas características nas palmeiras que sinalizassem risco para infestação. A localidade Arruda Brasil apresentou maior infestação no período. Para teste de suscetibilidade com populações de campo foi observada variação de 0,0440 e 0,0908 n.g./inseto, e $RR_{50} < 5$, indicando suscetibilidade ao inseticida. No teste com extrato de *R. communis* a mortalidade foi de 10% para as três soluções produzidas, indicando baixa eficácia do extrato. **Conclusão:** A proximidade de vetores da DC com humanos pode trazer riscos de infecção. Recomenda-se estudo entomológico abrangente em municípios com presença de palmeiras em área urbana para definir situações de risco. Todas as populações testadas para verificação da resistência ao inseticida foram suscetíveis, reforçando que a técnica de manejo aplicada atualmente deva ser revista, para maior efetividade. Apesar da baixa eficácia dos extratos de mamona na mortalidade de *R. neglectus*, a utilização de compostos botânicos no controle de triatomíneos demonstrou relevância, indicando a necessidade de realização de mais estudos voltados para este tema.

Palavras-chave: Doença de Chagas, *Rhodnius neglectus*, palmeiras, suscetibilidade, controle de insetos

ABSTRACT

MALDONADO, Lis Adriana. ***Rhodnius neglectus* (Lent 1954): Spatial evaluation, susceptibility to insecticide and potential use of *Ricinus communis* L extract as a controlling alternative in the northwest region of São Paulo State.** 2021. 88p. Undergraduate Thesis (Specialization in Surveillance and Control of Vectors and Intermediary Hosts) - Centro de Formação de Recursos Humanos para o SUS/SP; São Paulo, 2021.

Chagas disease (CD) is caused by *Trypanosoma cruzi*, a flagellate protozoan. The infection occurs by contact with contaminated excrements of this triatomine vector. *Rhodnius neglectus* (Lent 1954) is a wild species of triatomine, having palm trees as its natural ecotope where it finds shelter and food. There have already been registries of this species in urban area, domiciles, and peridomiciles. Palm trees infested by *R. neglectus* have been detected in Araçatuba, Birigui, Guararapes, and Piacatu cities, located at the northwest of São Paulo State. **Objectives:** Spatially assess the distribution of infested palm trees in these cities, evaluate the susceptibility of *R. neglectus* to a pyrethroid insecticide used in control actions, as well as assess the use of castor bean (*Ricinus communis*) extract as controlling alternative in *R. neglectus* population. **Methods:** The palm trees under study were georeferenced, categorized according to infestation, stem diameter, crown condition, and species. Susceptibility test was carried out through topic application of 0.1 μ L of insecticide on the back of *R. neglectus* nymphs on the fifth day after their birth. Assessment test of *R. communis* was conducted on nymphs at the third phase of *R. neglectus* through topic application and contact test with filtering paper using three solutions produced from the plant extract with concentrations of 100% and 75%. **Results:** From 2014 to 2020, 3,011 palm trees were researched in the region from which 743 were infested (24.6%). 6,815 triatomines were collected, most of them were nymphs (66.0%). No characteristic on the palm trees was identified as risk for infestation. Arruda Brasil location presented the highest infestation within the period. For the susceptibility test with field populations, a variation of 0.0440 and 0.0908 n.g./insect, and $RR_{50} < 5$, was observed, indicating susceptibility to the insecticide. Mortality was 10% at the test with *R. communis* extract for the three solutions, which indicates low efficacy. **Conclusion:** Proximity between CD vectors and humans may lead to risks of infection. A broad entomological study in cities which have palm trees in urban areas is recommended in order to identify risk situations. All populations tested at the resistance test to insecticide were susceptible, reinforcing that the management technique currently applied must be reviewed aiming at higher efficacy. Although castor bean extract presented low efficacy regarding *R. neglectus* mortality, the use of botanic compounds to control triatomines has shown relevance, indicating the necessity of carrying out further studies on this issue.

Keywords: Chagas Disease, *Rhodnius neglectus*, palm trees, susceptibility, insects control

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Distribuição dos triatomíneos coletados segundo espécie - (A) *Triatoma sordida*, (B) *Panstrongylus megistus*, (C) *Rhodnius neglectus* e (D) *Triatoma tibiamaculata*. Estado de São Paulo, 2014 a 2017..... 15
- Figura 2 - Palmeiras pesquisadas e positivas para *Rhodnius neglectus* em área urbana, (1) Araçatuba, (2) Birigui, (3) Guararapes e (4) Piacatu. Região de Araçatuba, 2020. 34
- Figura 3 – Avenida João Arruda Brasil. Araçatuba, 2020..... 34
- Figura 4 - Gráficos de slope das populações de campo, e da população de referência. 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características geográficas dos municípios com colonização em área urbana por <i>Rhodnius neglectus</i> . Região de Araçatuba, 2020.....	23
Tabela 2 - Populações de triatomíneos avaliadas em teste de suscetibilidade de inseticida, segundo município e local. Região de Araçatuba, 2020.....	26
Tabela 3 - Ninfas de <i>Rhodnius neglectus</i> utilizadas em experimento por aplicação tópica e por teste de contato com papel filtro de três soluções de <i>Ricinus communis</i>	30
Tabela 4 - <i>Rhodnius neglectus</i> coletados e palmeiras pesquisadas segundo município e ano. Região Araçatuba, 2014 a 2020.	32
Tabela 5 - Infestação de palmeiras pesquisadas por localidade e município. Região de Araçatuba, 2020.	33
Tabela 6 - Grau de infestação das palmeiras situadas em área urbana segundo município. Região de Araçatuba, 2020.	35
Tabela 7 - Palmeiras classificadas como altamente infestadas segundo o município. Região de Araçatuba, 2014 a 2020.....	36
Tabela 8 - Caracterização das palmeiras classificadas como altamente infestadas e aquelas localizadas em seu entorno segundo localidade. Municípios de Araçatuba, 2020.	37
Tabela 9 - Resultado de teste de hábito alimentar em triatomíneos da espécie <i>Rhodnius neglectus</i> coletados em área urbana segundo município e localidade. Região de Araçatuba, 2020.....	38
Tabela 10 - Resultado de mortalidade de ninfas de triatomíneos de primeiro estadio de <i>Rhodnius neglectus</i> após aplicação tópica de deltametrina em população de referência e em amostras de diferentes localidades. Região de Araçatuba, 2020.	40
Tabela 11 - Mortalidade de ninfas de <i>Rhodnius neglectus</i> submetidas a aplicação de extrato de óleo a partir de sementes de <i>Ricinus communis</i> , 2020.....	42
Tabela 12 - Mortalidade de ninfas de <i>Rhodnius neglectus</i> submetidas a aplicação de extrato aquoso de folhas de <i>Ricinus communis</i> , 2020.	42
Tabela 13 - Mortalidade de ninfas de <i>Rhodnius neglectus</i> submetidas a aplicação de extrato aquoso de folhas secas de <i>Ricinus communis</i> , 2020.....	43

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CIPEIN	Centro de Investigaciones en Plagas y Insecticidas
DAP	Diâmetro a altura do peito
DC	Doença de Chagas
DL	Dose Letal
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitana S/A
GPS	Global Positioning System
MS	Ministério da Saúde
SUCAM	Superintendência de Campanhas de Saúde Pública
PCDCh	Programa de Controle da Doença de Chagas
RR	Razão de Resistência
SUCEN	Superintendência de Controle de Endemias
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Doença de Chagas	12
1.2 A doença de Chagas no Brasil	13
1.3 Doença de Chagas no estado de São Paulo.....	13
1.4 Triatomíneos do estado de São Paulo	14
1.5 <i>Rhodnius neglectus</i>	16
1.6 Controle de triatomíneos	18
1.7 Suscetibilidade a inseticida em triatomíneos.....	19
1.8 Potencial uso de extrato de <i>Ricinus communis</i> como alternativa para o controle de <i>R. neglectus</i>	21
2. OBJETIVOS	22
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Municípios trabalhados.....	22
3.2 Avaliação espacial e distribuição de <i>Rhodnius neglectus</i> em palmeiras	23
3.3 Avaliação de suscetibilidade de <i>Rhodnius neglectus</i> a inseticida piretróide ...	25
3.3.1 Manutenção dos triatomíneos e populações estudadas	25
3.3.2 População de referência para os testes	27
3.3.3 Teste de suscetibilidade a inseticidas	27
3.4 Avaliação da utilização do extrato de <i>Ricinus communis</i> , em populações de <i>R. neglectus</i>	28
3.4.1 Insetos e testes.....	29
4. RESULTADOS	30
4.1 Avaliação espacial e distribuição de <i>Rhodnius neglectus</i> em palmeiras	30
4.2 Avaliação de suscetibilidade de <i>Rhodnius neglectus</i> a inseticida piretróide	39
4.3 Avaliação da utilização do extrato de <i>Ricinus communis</i> , em populações de <i>R. neglectus</i>	39
5. DISCUSSÃO	43
5.1 Avaliação espacial e distribuição de <i>Rhodnius neglectus</i> em palmeiras	43
5.2 Avaliação de suscetibilidade de <i>Rhodnius neglectus</i> a inseticida piretróide	46
5.3 Avaliação da utilização do extrato de <i>Ricinus communis</i> , em populações de <i>R. neglectus</i>	49
6. CONCLUSÕES	52

7. REFERÊNCIAS.....	55
APÊNDICES.....	64
APÊNDICE 1 – PALMEIRAS ARRUDA BRASIL.....	64
APÊNDICE 2 – PALMEIRAS ALCIDES CHAGAS	82
APÊNDICE 3 – PALMEIRAS ESCOLA NILCE MAIA.....	85
ANEXOS	88
ANEXO 1 – COMITÊ DE ÉTICA	88

1. INTRODUÇÃO

1.1 Doença de Chagas

A doença de Chagas é uma infecção causada pelo protozoário flagelado *Trypanosoma cruzi*. A transmissão vetorial do protozoário ao ser humano ocorre pelo contato da pele e mucosas com as fezes contaminadas do triatomíneo, inseto hematófago conhecido popularmente como barbeiro, pertencente à subfamília Triatominae (ordem Hemiptera, subordem Heteroptera, família Reduviidae). A transmissão do protozoário também pode ocorrer através da ingestão de alimentos contaminados, por transfusão sanguínea, por transplante de órgãos, por transmissão vertical, e até mesmo por acidentes de laboratório (Jurberg et al., 2014).

A circulação do *T. cruzi* costumava estar restrita ao ciclo silvestre, entre mamíferos e o inseto vetor em seu ambiente natural. Porém, a exploração dos recursos naturais e consequente proximidade do ser humano a esses ambientes silvestres, possibilitou a adaptação de algumas espécies de triatomíneos aos domicílios e incluiu o ser humano neste contexto (Galvão, 2014).

A DC é considerada endêmica em 21 países da América Latina, e afeta por volta de 10 milhões de pessoas em todo mundo (WHO, 2010). Mesmo com os esforços recentes para reduzir a incidência da infecção nestas áreas da América Latina, a acentuada migração de indivíduos destas regiões para outras localidades, permitiu que a DC se propagasse para países não endêmicos (Basile et al., 2011).

Casos de DC têm sido cada vez mais detectados na região das Américas, no Canadá e Estados Unidos, na região do Pacífico Ocidental, Austrália e Japão, e na região europeia, principalmente na Bélgica, França, Itália, Espanha, Suíça e Reino Unido, e também presente na Áustria, Croácia, Dinamarca, Alemanha, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Portugal, Romênia e Suécia (WHO, 2010).

1.2 A doença de Chagas no Brasil

No Brasil, o controle da transmissão vetorial da DC teve início em 1950 pelo Serviço Nacional de Malária, mas somente a partir de 1975, com a criação do Programa de Controle da Doença de Chagas (PCDCh) pela Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM) que ações de controle foram realmente aplicadas (Vinhaes & Dias, 2000; Ramos & Carvalho, 2001).

Até o final da década de 1970, a área com risco de transmissão vetorial da DC no Brasil englobava 18 estados e mais de 2200 municípios com confirmação de presença de triatomíneos no intradomicílio. *Triatoma infestans* era a espécie considerada como principal vetor da doença. A partir de 1975 foram realizadas ações de controle químico nestas populações, reduzindo expressivamente sua presença nos domicílios, reduzindo a transmissão do *T. cruzi* ao ser humano, mas persistindo na natureza vetores silvestres (Galvão, 2014; MS, 2019).

Apesar do sucesso nas ações de controle, e da redução do número de casos da doença no país, atualmente existe o risco de transmissão vetorial da DC devido à presença de espécies autóctones de triatomíneos com grande potencial de colonização, à presença de reservatórios de *T. cruzi*, e da proximidade das populações humanas aos ambientes silvestres (Dias et al., 2015).

Atualmente, a maioria dos casos de DC no país ocorre devido à transmissão oral pela ingestão de alimentos contaminados, principalmente na região amazônica. Há também surtos em alguns estados, e ocorrência de transmissão vetorial por exposição acidental ao ciclo silvestre do *T. cruzi* (MS, 2020).

1.3 Doença de Chagas no estado de São Paulo

A DC no estado de São Paulo era um grave problema de saúde pública, até a década de 1970, quando houve a interrupção da transmissão natural da doença.

Nesta época o principal vetor era *Triatoma infestans*, espécie alóctone ao estado e altamente adaptada a ambientes domiciliares (Silva, 1986).

O estado de São Paulo foi pioneiro no controle do vetor e as medidas adotadas serviram de modelo para outros estados da federação e países do continente sul-americano (Rocha e Silva et al, 2011). Com o sucesso das medidas de controle no ambiente domiciliar de *T. infestans*, a vigilância entomológica passou a focar suas ações no controle de espécies nativas, que costumam frequentar o ambiente peridomiciliar (Silva, 2019).

Tem sido possível manter essas espécies controladas, em níveis de infestação e de colonização intradomiciliar que não permitem a transmissão da DC. De qualquer forma, as atividades de vigilância devem se manter continuamente, e com intervenção imediata, sempre que existir possibilidade de constituição de colônias de vetores em domicílios (Silva et al., 2014).

Atualmente, a vigilância dessas espécies nativas está atrelada às notificações de triatomíneos feitas pela população. A partir das notificações são realizadas investigações nos domicílios com objetivo de identificar presença de colônias, o que tem impedido a domiciliação, ou ao menos, reduzido os níveis de densidade no intradomicílio (Silva, 2019).

Desde a década de 1990 tem-se observado queda no número de triatomíneos coletados no estado de São Paulo, entretanto os insetos coletados apresentam aumento de positividade para *T. cruzi* que nesta década era de 1,1% passando para 2,2% na década de 2010. Essa positividade está circunscrita a 5,8% dos municípios paulistas (Silva et al., 2014).

1.4 Triatomíneos do estado de São Paulo

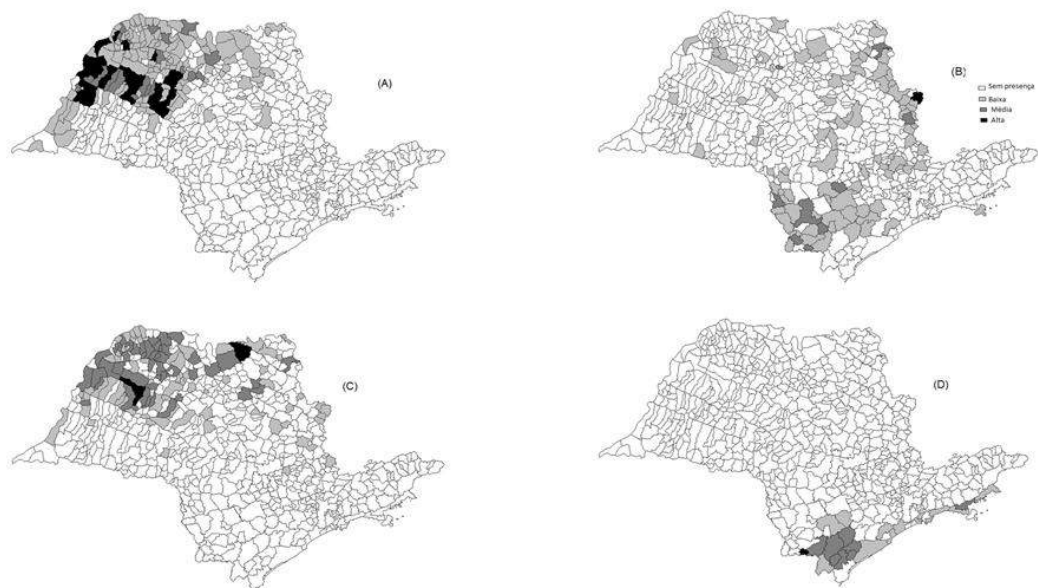
A subfamília Triatominae é dividida em 18 gêneros e 154 espécies (Oliveira et al., 2020). Os gêneros de importância médica são *Triatoma*, *Panstrongylus* e *Rhodnius*. No Brasil, até o momento há registro de 64 espécies, e no estado de São Paulo já

houve registro de 13 espécies (Sucen, [s. d.]). As espécies coletadas com maior frequência são *Triatoma sordida*, *Rhodnius neglectus*, *Panstrongylus megistus* e *Triatoma tibiamaculata* (Silva et al., 2006).

T. sordida e *R. neglectus* são frequentemente encontrados nas regiões de Ribeirão Preto, São José do Rio Preto e Araçatuba. *P. megistus* está presente nas regiões do Vale do Ribeira, Sorocaba, Campinas e em municípios da região de Ribeirão Preto, na divisa com Minas Gerais. *Triatoma tibiamaculata* está presente na região sul, principalmente no Vale do Ribeira (Figura 1) (Sucen, [s. d.]). O hábito destas espécies é peridomiciliar, com esporádica invasão a domicílios (Silva et al., 2006).

Atualmente, tem se observado para a espécie *R. neglectus* comportamento de colonização de palmeiras em área urbana associado a aves como fonte de alimentação, porém sem constatação de infecção por tripanosomatídeos (Rodrigues et al., 2014).

Figura 1 - Distribuição dos triatomíneos coletados segundo espécie - (A) *Triatoma sordida*, (B) *Panstrongylus megistus*, (C) *Rhodnius neglectus* e (D) *Triatoma tibiamaculata*. Estado de São Paulo, 2014 a 2017.



Fonte: SUCEN.

1.5 *Rhodnius neglectus*

Ocorre em diversas regiões do Brasil, e está distribuído em 12 estados brasileiros: Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Paraná, Piauí, São Paulo, Tocantins e no Distrito Federal. Seu habitat é predominantemente silvestre, com populações frequentemente associadas a palmeiras do gênero *Attalea*, *Acrocomia* e *Mauritia*, a ninhos de pássaros de *Furnariidae* (*Phacellodomus*), e de mamíferos como *Didelphis spp.* (Galvão, 2014).

Triatomíneos são insetos hemimetábolos, com três fases de desenvolvimento, ovo, ninfa com cinco estádios e adultos alado. O ciclo de vida varia de seis meses a dois anos, dependendo da espécie (Junqueira et al., 2011). O ciclo evolutivo de *R. neglectus* é rápido comparado com outras espécies de triatomíneos, e em teoria pode-se obter até três gerações destes triatomíneos em um ano. No ambiente natural, já se observou ao menos dois picos de adultos no período de 12 meses (Diotaiuti & Dias, 1987).

Em média o desenvolvimento de ninfa de primeiro estádio até adulto, varia entre 90 e 116 dias, com período de incubação de ovos variável entre 20 e 23 dias (Mello, 1977). É necessária apenas uma cópula para que as fêmeas permaneçam fecundadas, produzindo ovos férteis por toda a vida. Fêmeas virgens produzem ovos inférteis.

Machos e fêmeas são hematófagos em todas as fases evolutivas. *R. neglectus* possui variadas fontes de alimentação, animais de sangue quente, como aves e mamíferos, e animais de sangue frio como anfíbios e répteis, o que permite que essa espécie tenha um bom potencial de sobrevivência. Em caso de falta de disponibilidade de alimento, pode se movimentar no ambiente em busca de nova fonte alimentar, um indicativo de que não se mantém exclusivamente restrita à copa das árvores (Diotaiuti & Dias, 1984).

Diversos estudos demonstram que palmeiras são ecótopos naturais de triatomíneos, principalmente entre as espécies do gênero *Rhodnius*. As palmeiras fornecem abrigo

e alimento a diversos vertebrados, o que favorece a disponibilidade de alimento para o triatomíneo neste ambiente (Gurgel-Gonçalves et al., 2012).

Em 1984 no município de Belo Horizonte, verificou-se que a presença de exemplares de *R. neglectus* estava associada a palmeiras de macaúba, e a presença de aves que frequentam essas árvores. Mesmo sendo uma espécie muito bem adaptada ao ambiente natural, diversos autores relatam a presença deste inseto em ambientes domiciliares e peridomiciliares (Diotaiuti & Dias, 1984; Gurgel-Gonçalves et al., 2004).

A invasão de *R. neglectus* em ambientes artificiais no estado de São Paulo, foi relatada pela primeira vez em 1953, quando exemplares foram coletados em pombais no município de Tapiratiba. A invasão de residências e peridomicílios foi observada em Tocantins, Goiás, Piauí, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais e Paraná. Entretanto, a presença de *R. neglectus* em edifícios verticais em área urbana no município de Araçatuba é um fato inédito no estado de São Paulo (Rodrigues et al., 2014).

No ano de 2004, nos municípios de Araçatuba e Birigui, houve notificação pela população da presença da espécie em área urbana dentro de prédios de apartamentos e domicílios térreos. Em pesquisa nos arredores dos locais de notificação foram coletados 51 exemplares, dos quais 45 foram encontrados dentro dos prédios, e 6 dentro de residências térreas. Todos os insetos testaram negativo para infecção por *T. cruzi* (Rodrigues et al., 2009).

Em 2007, ocorreram novas notificações da presença de *R. neglectus* em área urbana na região. Foi então realizado um estudo da dispersão desta espécie em Araçatuba, que constatou que das 33 palmeiras pesquisadas, 25 estavam infestadas, demonstrando que as palmeiras eram indicadoras da presença de colônias em zona urbana onde estavam ocorrendo as notificações. Nos anos seguintes, novas notificações ocorreram, e além dos municípios de Araçatuba e Birigui, palmeiras infestadas por *R. neglectus* foram detectadas também em Guararapes e Piacatu, municípios pertencentes a região administrativa de Araçatuba (Silva, 2018).

Um levantamento realizado em 1203 palmeiras nos municípios de Araçatuba, Birigui e Guararapes, no período de 2015 a 2017, demonstrou que houve aumento de infestação nas palmeiras de Araçatuba, diminuição de palmeiras positivas em Birigui, e um pequeno aumento de palmeiras positivas em Guararapes. Com a detecção de palmeiras infestadas também em Piacatu, foi possível notar aumento da dispersão e da quantidade de palmeiras infestadas (Silva, 2018).

1.6 Controle de triatomíneos

Desde a década de 1920, diversas alternativas para controle de triatomíneos foram testadas no país. A partir na década de 1980 foi verificada a eficácia dos inseticidas piretróides, que inclusive, são utilizados até hoje para controle de triatomíneos no Brasil (Pessoa et al., 2016).

Atualmente no Brasil, o controle de triatomíneos ocorre inicialmente através de medidas de vigilância entomológica ativa e passiva. Na vigilância ativa, equipes realizam pesquisas em domicílios, enquanto a vigilância passiva depende da notificação de insetos pela população. Quando insetos notificados são identificados como triatomíneos, equipes locais realizam pesquisa no domicílio onde houve a coleta do inseto (MS, 2012).

O Ministério da Saúde recomenda o uso de inseticidas piretróides para controle das populações de triatomíneos no domicílio e peridomicílio. Quando necessária, a aplicação do inseticida deve considerar a espécie do triatomíneo, seu comportamento e nível de domiciliação, com aplicação do produto nas paredes internas e externas do domicílio, e nos abrigos de animais e em anexos (MS, 2012).

A aplicação de inseticidas de ação residual como os piretróides, é um meio de controle imediato de triatomíneos, mas como seu efeito não é algo permanente, pode existir a possibilidade de reinfestação no local. O controle químico deve ser então, complementado por outras condutas, como melhoramento de habitações rurais, gerenciamento do ambiente, e cuidados com o peridomicílio (Guhl, 2009).

Para controle de *R. neglectus* em palmeiras de área urbana no estado de São Paulo, são desenvolvidas atividades de pesquisa entomológica, poda das árvores, aplicação de inseticida e monitoramento técnico. A pesquisa entomológica é realizada após a numeração das palmeiras, com acesso de agente a copa da árvore através de equipamento elevador acoplado a um caminhão. Todo material seco presente na palmeira é retirado e analisado, e caso se encontre triatomíneos estes são encaminhados para o laboratório da SUCEN. A poda das árvores é feita após a pesquisa entomológica, com a retirada das folhas secas, pecíolos, cachos, flores e frutos, e ocorre em período que respeita a época reprodutiva das espécies de pássaros que habitam essas palmeiras. Após a poda das árvores é feita a borrifação manual do inseticida Alfatec SC, seguindo um padrão, no qual o inseticida é borrifado um metro abaixo do local onde ficam os cachos da palmeira e até um metro de cada folha, para que toda a copa da palmeira receba o inseticida (Sucen, 2020).

Apesar desse trabalho, a cada ano tem sido verificado aumento da infestação e da dispersão da espécie *R. neglectus* em área urbana, o que pode remeter a uma falha da atividade de controle, ou mesmo a resistência dos insetos ao inseticida empregado em seu controle.

1.7 Suscetibilidade a inseticida em triatomíneos

Resistência a um inseticida pode ser entendida como uma diminuição a mortalidade observada em uma população submetida à exposição constante de produtos químicos de ação para seu controle. A resistência de triatomíneos aos inseticidas era considerada algo raro, e de ocorrência pouco provável, principalmente devido ao ciclo de vida destes insetos, o que dificultaria a seleção de indivíduos resistentes. Apesar disso, relatos recentes demonstram casos de populações de triatomíneos resistentes a diversos ativos químicos, em diversas regiões das Américas (Pessoa et al., 2016).

A resistência dos triatomíneos aos piretróides, associados a tratamentos de campo ineficazes foi relatada em *Rhodnius prolixus* na Venezuela e em *Triatoma infestans* no Brasil, Argentina e Bolívia (Depickère et al., 2012).

Em casos de reinfestações após a aplicação de inseticida piretróide, a recolonização pode ocorrer por insetos que sobreviveram ao processo de borrifação, mas também pode estar relacionada a falhas operacionais na aplicação do inseticida, ou a resistência dos insetos ao produto. Analisar a suscetibilidade dos triatomíneos à inseticida através de estudos é essencial para entender melhor quais são os fatores que atrapalham o controle destes vetores e para avaliar e readequar as práticas de intervenção caso seja necessário (Pessoa et al., 2015a).

Estudo de suscetibilidade a inseticida piretróide realizado com populações de *T. sordida* procedentes da região Centro-Oeste do Brasil demonstrou alto nível de suscetibilidade na maioria dos grupos de insetos avaliados, porém em grupos provenientes de cinco regiões foi verificado maior probabilidade de evolução de resistência e tolerância ao tratamento com inseticida, o que denota a necessidade de constante monitoramento das alterações de suscetibilidade, para que as ações de controle de triatomíneos seja sempre adequada e atualizada (Obara et al., 2011).

Outros relatos no Brasil também demonstram baixa resistência a inseticida nas espécies *T. brasiliensis*, *T. sordida*, *P. megistus*, e *T. infestans*, provenientes de áreas com persistência de infestações (Pessoa et al., 2015c).

Em 2004, estudo realizado pelo CIPEIN (Centro de Investigaciones en Plagas y Insecticidas, Argentina) em municípios argentinos identificou resistência de *T. infestans*, mas em níveis que não comprometem o controle químico. Em 2005, em localidades argentinas próximas a fronteira com a Bolívia, foi identificada alta razão de resistência a deltametrina em populações de *T. infestans*, porém essa mesma população se mostrou suscetível a inseticidas de outras classes. Estudos realizados em populações domésticas de *T. infestans* em 2010 e 2012 em diferentes localidades da Bolívia evidenciaram diferentes níveis de resistência a deltametrina por localidade. Em populações silvestres de *T. infestans*, no entanto, investigações indicam baixa suscetibilidade aos piretróides e ao fipronil. (Bustamante, 2016)

A resistência das espécies aos inseticidas utilizados demonstra que é fundamental buscar alternativas para as medidas de controle, seja através de um manejo mais adequado no ambiente pesquisado, ou pela busca de produtos naturais alternativos, o que traria benefícios ambientais e para a população em geral pela diminuição da exposição a produtos industrializados.

1.8 Potencial uso de extrato de *Ricinus communis* como alternativa para o controle de *R. neglectus*

Inseticidas químicos podem oferecer sérias ameaças e riscos ambientais e também podem causar graves consequências a saúde humana, como problemas crônicos de saúde e até alterações genéticas (Salem et al., 2017).

Recentemente, pesquisas com extratos vegetais e fitoquímicos tem se intensificado, buscando encontrar soluções para substituir inseticidas convencionais por alternativas mais sustentáveis, e assim reduzir os impactos.

Entre as famílias de plantas mais promissoras, está Euphorbiaceae. A mamona, *Ricinus communis* L, pertence a esta família, e possui propriedades inseticidas, presentes em várias partes da planta, como folhas, caule, raízes e sementes. O uso de derivados de *R. communis* no controle de pragas, mostra-se como alternativa promissora por diversos autores, inclusive para controle de artrópodes-pragas resistentes a inseticidas e acaricidas químicos sintéticos (Souza Lima et al., 2015).

Estudo sobre atividade inseticida de extratos polares de folhas, frutos e raízes de *R. communis* para o pulgão da cana de açúcar *Melanaphis sacchari* Zehntner (Hemiptera: Aphididae), obteve sucesso, com mortalidade de 90% após 72 horas de exposição (Sotelo-Leyva et al., 2020).

Esse resultado demonstra que se houve efetividade de *R. communis* para controle dos pulgões Hemiptera Aphididae, pode ser efetiva também para Hemiptera: Triatominae, e, portanto, utilizada como potencial alternativa de controle de triatomíneos.

2. OBJETIVOS

- Avaliar espacialmente a distribuição de *R. neglectus* em palmeiras de municípios do estado de São Paulo;
- Avaliar suscetibilidade de *R. neglectus* a inseticida piretróide utilizado em ações de controle;
- Avaliar a utilização do extrato de *R. communis*, em populações de *R. neglectus* como alternativa de controle.

3. METODOLOGIA

3.1 Municípios trabalhados

Os municípios analisados neste estudo Araçatuba, Birigui, Guararapes e Piacatu, fazem parte da região administrativa de Araçatuba, e estão localizados na região noroeste do estado de São Paulo (Emplasa, 2020). Fazem parte do Planalto Ocidental Paulista, com temperatura média anual de 27°C. O bioma predominante nesses municípios é a Mata Atlântica, com clima tropical. Na Tabela 1 estão descritas as características geográficas de cada município. Em Araçatuba, a cidade possui prédios isolados, residências populares, áreas industriais e habitações de alto padrão. Seu desenvolvimento econômico está ligado à pecuária, mas atualmente vem dando lugar ao cultivo de cana de açúcar, o que tem causado desmatamento, juntamente com o crescimento populacional, e expansão do comércio e dos serviços. (Minaki & Amorim, 2012). Em Birigui, a economia está relacionada com atividade industrial, comercial e agropecuária. Possui construções de médio e grande porte como edifícios, fábricas, galpões e armazéns. Alta impermeabilização na área central e alguma cobertura vegetal nas áreas residenciais. A área urbana é caracterizada por poucas áreas verdes e de lazer, com predominância de praças públicas de pequeno porte e campos abertos com gramíneas. A área rural apresenta

pastagens e pouca vegetação original (Amorim, 2005). Em Guararapes a maioria da população está concentrada na área urbana. Atividades econômicas estão ligadas à indústria e a agropecuária, com destaque para a cultura de cana de açúcar. Possui áreas com alta densidade de edificações, e áreas com ausência ou pouca cobertura vegetal (Minaki, 2009). Para Piacatu, da área total do município, 1,4 km² estão localizados na zona urbana e 234,7 km² na zona rural, com densidade demográfica de 22,75 habitantes por km². O desenvolvimento da cidade, e sua economia estão relacionados à agropecuária (Filipim, 2014).

Tabela 1 - Características geográficas dos municípios com colonização em área urbana por *Rhodnius neglectus*. Região de Araçatuba, 2020.

Município	Localização		Área (km ²)	População (mil/hab.)	Altitude (metros)
	Latitude	Longitude			
Araçatuba	-21.12'.32"	-50.25'.58"	1.167,126	197.016	390
Birigui	-21.17'.19"	-50.20'.24"	530,031	123.638	400
Guararapes	-21.15'.39"	-50.38'.34"	955,637	32.939	398
Piacatu	-21.59'.38"	-50.59'.95"	232,488	5.980	422

Fonte: Emplasa 2020.

3.2 Avaliação espacial e distribuição de *Rhodnius neglectus* em palmeiras

Os dados utilizados para elaboração da avaliação espacial constam nos boletins preenchidos durante a investigação de palmeiras e que são recebidos pela SUCEN, no Laboratório Especializado de Mogi Guaçu: Doença de Chagas e Departamento de Controle de Vetores. Foram consideradas as informações sobre data da coleta, latitude e longitude do local da palmeira, presença ou ausência de triatomíneos, quantidade de insetos coletados, fase evolutiva, e hábito alimentar detectado. Os dados de latitude e longitude foram obtidos no momento da investigação da palmeira, através de aplicativo de GPS, com celular. Para visualização espacial das

coordenadas geográficas e elaboração de mapas das palmeiras infestadas por região analisada, foi utilizado o programa ArcGis®. Foi avaliado o período de 2014 a 2020 para a dispersão da espécie, e o ano de 2020 para as análises espaciais.

Os insetos coletados nas investigações das palmeiras foram transportados ao laboratório para identificação e em se tratando de um triatomíneo submetido a exame para verificação de infecção por tripanosomatídeos. Além disso, amostra do conteúdo intestinal foi absorvida em papel filtro para posterior exame de identificação de hábito alimentar submetidos aos antissoros, humano, marsupial, roedor, ave, cão e gato, pela técnica de Elisa (Chow et al, 1993).

As palmeiras foram categorizadas como altamente infestadas (> 30 insetos coletados), infestadas (> 10 e < 29 insetos coletados), pouco infestadas (> 1 e < 9 insetos coletados) e sem infestação. Palmeiras altamente infestadas do município de Araçatuba, considerado aquele com maior tempo de infestação por triatomíneos em área urbana, foram verificadas para aferição de sua altura, medida do solo ao topo da árvore com a utilização de clinômetro florestal digital em aplicativo de celular, diâmetro do caule (com utilização de fita métrica medida a 1,30 metros do solo e calculado o seu DAP – diâmetro a altura do peito). Foi avaliada também a condição da copa da árvore (densa ou esparsa), e as espécies destas palmeiras, identificadas por especialista na Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade de Araçatuba (Apêndices 1, 2 e 3). A proximidade das palmeiras com áreas de mata natural foi aferida com auxílio das ferramentas do Google Maps®. Essa categorização foi comparada com as palmeiras situadas diretamente no seu entorno, ou seja, todas aquelas que se encontravam diretamente a sua volta, numa perspectiva de buscar fatores que pudessem esclarecer a condição daquela palmeira ser altamente infestada para triatomíneos.

3.3 Avaliação de suscetibilidade de *Rhodnius neglectus* a inseticida piretróide

3.3.1 Manutenção dos triatomíneos e populações estudadas

Os insetos foram coletados manualmente durante o procedimento de investigação das palmeiras pelas equipes municipais, acondicionados em potes para transporte, e enviados ao Laboratório Especializado de Mogi Guaçu: Doença de Chagas, onde foram identificados através de uma chave dicotômica de triatomíneos (Lent & Wygodzinsky, 1979), classificados de acordo com sua fase evolutiva e examinados quando a infecção natural por *T. cruzi*. Os triatomíneos em estágio imaturo foram identificados com auxílio de um microscópio estereoscópico e chave dicotômica específica para essa finalidade que caracteriza os estádios ninfais.

No laboratório, foram mantidos em criação com temperatura entre 25°C \pm 3, e umidade relativa do ar em torno de 75% \pm 3 constantes, e com fotoperíodo de 12 horas. Permaneceram em cristalizadores com dimensão de 10 cm de altura por 23,5 cm de diâmetro, forrados com papel filtro para absorção das fezes e umidade, com suporte feito de chapa de papelão prensado de 0,2mm no formato de uma colmeia e cobertos com pano de algodão grosso de cor escura para abrigá-los da luminosidade.

Os triatomíneos foram alimentados através de método artificial, que utilizou aves como fonte alimentar, sendo o animal utilizado neste procedimento a galinha caipira *Rhodia* sp. Como as aves são refratárias ao *T. cruzi*, seu uso em insetários de triatomíneos é mais seguro para o manuseio dos espécimes em atividades de pesquisa e ensino (Anexo 1).

As galinhas *Rhodia* sp utilizadas neste processo estavam confinadas em galinheiros de piso cimentado, com medida de 4,65 metros x 2,71 metros com 20 animais e outro com medida de 3,40 metros x 2,71 metros com 13 animais. Foram alimentadas com ração balanceada oferecida diariamente, frutas, verduras e legumes oferecidos semanalmente de forma alternada. Água estava disponível constantemente, e a limpeza do ambiente foi realizada semanalmente.

Para realizar o procedimento de alimentação dos triatomíneos, o galináceo foi capturado com auxílio de uma peneira, suas patas e asas foram amarradas com fita de pano de algodão para evitar possível fuga, sendo o animal anestesiado por profissional habilitado. Parte das penas na região posterior do galináceo foi retirada manualmente para permitir maior contato do animal com o inseto.

Para a alimentação, o galináceo foi colocado sobre o cristalizador coberto com um tecido branco de malha de algodão encorpado, com trama milimétrica, de forma a facilitar o acesso do triatomíneo ao galináceo. Ao final da alimentação, o galináceo foi devolvido ao galinheiro correspondente.

Os exemplares de triatomíneos utilizados nos testes foram provenientes dos municípios de Araçatuba, Birigui, Guararapes e Piacatu, das seguintes localidades (Tabela 2):

Tabela 2 - Populações de triatomíneos avaliadas em teste de suscetibilidade de inseticida, segundo município e local. Região de Araçatuba, 2020.

Município	Localidade	Nº Insetos utilizados	Nº Diluições realizadas
Araçatuba	Alcides Chagas	210	7
	Escola Nilce Maia	270	9
	João Arruda Brasil	300	10
Birigui	James Mellor	240	8
	Pedro de Toledo	240	8
Guararapes	Eurídes Amaral	270	9
	Gaudêncio José	240	8
	Praça Central	270	9
	Praça Mohamed	270	9
	Princesa Isabel	270	9
	Raquel Caldas	240	8
Piacatu	Câmara Municipal	240	8
	José Benetti	240	8

Fonte: próprio autor

3.3.2 População de referência para os testes

Foi selecionada uma população de referência de *R. neglectus*, cuja criação no laboratório, iniciou em 01/12/1994, proveniente do município de Araçatuba, localidade Nilce Maia. Especificamente, foi necessário caracterizar a dose diagnóstica de interesse, aquela em que se observou uma mortalidade de 50% da população (DL₅₀). Os critérios para escolha da população de referência seguiram os protocolos da Organização Mundial da Saúde (WHO, 1994).

Foram realizados testes para determinar a DL₅₀ e DL₉₉ nesta população. Após a leitura da morte das ninfas para as oito diluições utilizadas os valores obtidos foram organizados em banco de dados para leitura em software Polo Plus[®]. As RR₅₀ e RR₉₉ foram obtidas através da divisão da DL₅₀ da população de campo pela DL₅₀ da população suscetível com correspondência para o cálculo da RR₉₉. O intervalo de confiança de 95% (IC 95%) de cada população foi calculado.

3.3.3 Teste de suscetibilidade a inseticidas

A metodologia utilizada para monitoramento da resistência a inseticidas em laboratório foi a padronizada por Pessoa et al. (2016) com definição em relação a geração de insetos, idades das ninfas, local de aplicação do inseticida e dose diagnóstica ideal para cada espécie. Os insetos coletados na investigação foram mantidos em quarentena ao chegarem ao laboratório, e ao final da quarentena os ovos colocados foram retirados e o nascimento das ninfas de primeiro estadio foi sincronizado para a realização do experimento.

O inseticida utilizado foi o piretróide deltametrina, com grau de pureza de 99,1%, concedido pela Bayer. Foi aplicado no dorso da ninfa no quinto dia após seu nascimento um volume total de 0,1 μ L. Foram selecionados grupos controle, que receberam apenas acetona PA no dorso. As leituras foram realizadas 72 horas após a aplicação, considerando as ninfas normais, intoxicadas e mortas. Foram utilizados 30 insetos de primeiro estadio para cada diluição.

A interpretação dos resultados está relacionada às doses que teoricamente matam 50% dos insetos. Para avaliar o grau de dispersão dos valores observados pode-se calcular o intervalo de confiança com 95%. Este intervalo indica a variação de doses, na qual se encontrará a DL₅₀. A Razão de Resistência é calculada considerando:

$$\text{Razão de resistência} = \frac{\text{DL}_{50} \text{ da população de campo}}{\text{DL}_{50} \text{ da população referência}}$$

Os valores obtidos através deste cálculo indicarão três situações:

- Resultado de 0 – 5 = população suscetível
- Resultado de 5 – 20 = população a verificar
- Resultado >20 = população resistente

Os dados de mortalidade foram analisados utilizando o programa Basic Probit Analysis para estimar o slope e as DLs em nanogramas de ingrediente ativo por ninfa tratada. A classificação de suscetibilidade ocorreu conforme descrito pela Organização Pan Americana de Saúde (PAHO, 2005). Após definir a linha de base de suscetibilidade do *R. neglectus* da população de referência, 30 ninfas de cada população de campo foram submetidas a dose diagnóstica de 1xDL₉₉. A sobrevivência de pelo menos dois insetos em três repetições, foi interpretado como um indicador de resistência.

3.4 Avaliação da utilização do extrato de *Ricinus communis*, em populações de *R. neglectus*

O experimento foi realizado no Laboratório Especializado de Mogi Guaçu: Doença de Chagas. Foram produzidas três soluções com sementes e folhas de *R. communis*, coletadas manualmente no estado de São Paulo, município de Mogi Guaçu.

- Solução 1 - Extração de óleo a partir de sementes

Para extração do óleo as sementes foram moídas manualmente e com auxílio de liquidificador doméstico. Foram misturadas com álcool etílico absoluto e homogeneizadas em liquidificador doméstico. O material resultante foi colocado em um funil e filtrado com papel de filtragem rápida. Depois de pronta a solução descansou por 12 horas antes da realização do experimento. Foram usadas concentrações 100% e 75%. Para a concentração de 75%, a solução foi diluída em álcool etílico absoluto.

- Solução 2 - Extrato aquoso de folhas verdes

Quatro folhas grandes de mamona foram colocadas em um litro de água destilada e homogeneizadas em liquidificador doméstico. A solução descansou por 12 horas em ambiente escuro, e foi coada antes de sua utilização. Para concentração de 75%, a solução foi diluída em água destilada.

- Solução 3 - Extrato aquoso de folhas secas

Folhas de mamona foram secas em estufa a 45°C por 48 horas e depois moídas. Para obtenção do extrato foi adicionado 25g das folhas moídas a 100 ml de água destilada e mantida a solução em frascos fechados por 48 horas. Posteriormente a solução foi filtrada e diluída antes da realização dos testes. (Thomazini et al., 2000) Para concentração de 75%, a solução foi diluída em água destilada.

3.4.1 Insetos e testes

Para todos os testes foram utilizadas no total 150 ninfas de terceiro estadio de *R. neglectus*, conforme Tabela 3. No teste de contato, ninfas foram expostas a papel filtro embebido em cada uma das soluções, concentradas a 100% e a 75%. Para o grupo controle da solução de óleo, o papel filtro foi embebido com álcool etílico absoluto. Para o grupo controle das outras soluções, o papel filtro foi embebido em água destilada.

No teste de aplicação tópica, foi aplicado no dorso das ninfas 0,1 *ul* das soluções concentradas a 100%, e a 75%. Para controle da solução de óleo, ninfas receberam no dorso aplicação de 0,1 *ul* álcool etílico absoluto, e para o grupo controle da outras soluções ninfas receberam no dorso aplicação de 0,1 *ul* de água destilada.

Tabela 3 - Ninfas de *Rhodnius neglectus* utilizadas em experimento por aplicação tópica e por teste de contato com papel filtro de três soluções de *Ricinus communis*.

	Aplicação Tópica			Teste de contato - Papel Filtro			
	Controle	75%	100%	Controle	75%	100%	Total
Solução 1	5	10	10	5	10	10	50
Solução 2	5	10	10	5	10	10	50
Solução 3	5	10	10	5	10	10	50
							150

Fonte: próprio autor

As leituras ocorreram em 24 horas após os testes com novas leituras em 48 e 72 horas para verificação da mortalidade. Foi considerado como morto o inseto que não apresentou qualquer movimento nas leituras realizadas.

4. RESULTADOS

4.1 Avaliação espacial e distribuição de *Rhodnius neglectus* em palmeiras

No período de 2014 a 2020 foram coletados 6.815 triatomíneos em área urbana na região de Araçatuba, em sua maioria ninfas (66,0%). O município de Araçatuba foi aquele que apresentou maior coleta de insetos, seguido por Guararapes (Tabela 4). Obtiveram-se todos os estádios ninfais e adultos machos e fêmeas, estes respondendo por 33,9% do total de espécimes coletados. Foram pesquisadas 3.011 palmeiras, sendo detectada infestação em 743 delas (24,6%). Guararapes apresentou considerável aumento do número de palmeiras positivas anualmente e

também o maior número de palmeiras positivas no período, representando 53,0% do total de palmeiras positivas entre os quatro municípios pesquisados, seguido por Araçatuba, com 37,9% do total.

A média de insetos coletados foi maior no município de Birigui, com a menor densidade observada para o município de Araçatuba. Em todas as palmeiras encontradas infestadas foi exclusivamente pela espécie *Rhodnius neglectus* e todos os exemplares examinados resultaram negativos para tripanosomatídeos.

Após a depuração e o afinamento espacial, o conjunto de dados do ano de 2020, consistiu em 724 registros de palmeiras pesquisadas e 239 palmeiras infestadas por *R. neglectus* (Tabela 5). Pode-se verificar que as palmeiras consideradas altamente infestadas estão concentradas em pequenas áreas dos municípios (Figura 2).

Na avaliação de 2014 a 2020, a Avenida João Arruda Brasil foi o local onde se observaram as maiores infestações. Essa avenida atravessa o município, se estende desde área rural e até a área urbanizada. No mesmo eixo estão a Escola Nilce Maia e Avenida Doutor Alcides Chagas (Figura 3).

Suas palmeiras funcionaram como um corredor ecológico, possibilitando o fluxo dos insetos entre a localidade Arruda Brasil e Escola Nilce Maia, mas também como uma barreira, minimizando a infestação nas áreas posteriores a ela. A análise de infestação de triatomíneos e palmeiras pesquisadas por localidade no ano de 2020 (Tabela 5) demonstrou que Arruda Brasil é a localidade com maior número de palmeiras infestadas do município 32,7% e com maior quantidade de triatomíneos 36,8%, seguida por Escola Nilce Maia com 22,4% de palmeiras infestadas, e com 30,6% dos triatomíneos do município. Outras avenidas ou praças onde se observaram infestação, como Avenida Irmã Esmeralda, Ginásio de Esporte e Praça São João estão localizadas posteriormente a Avenida João Arruda Brasil em distância máxima de 1,5 km desta com as demais, e com maior parte das palmeiras consideradas como pouco infestadas.

Tabela 4 - *Rhodnius neglectus* coletados e palmeiras pesquisadas segundo município e ano. Região Araçatuba, 2014 a 2020.

Araçatuba									
Exemplares coletados					Palmeiras pesquisadas				
Ano	Adulto	%	Ninfa	%	Total	Positivas	%	Triatomíneos	
								Média	Densidade
2014	195	37,7	322	62,3	623	52	8,3	9,9	0,8
2015	226	39,2	350	60,8	392	65	16,6	8,9	1,5
2016	83	21,2	308	78,3	387	38	9,8	10,3	1,0
2017	236	27,9	609	72,1	255	78	30,6	10,8	3,3
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	143	26,7	393	73,3	407	49	12,0	10,9	1,3
TOTAL	883	30,8	1982	69,2	2064	282	13,7	10,1	1,4

Birigui									
Exemplares coletados					Palmeiras pesquisadas				
Ano	Adulto	%	Ninfa	%	Total	Positivas	%	Triatomíneos	
								Média	Densidade
2014	4	7,8	47	92,2	2	2	100,0	25,5	25,5
2015	7	6,4	102	93,6	7	5	71,4	21,8	15,6
2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	0	0,0	3	100,0	10	1	10,0	3,0	0,3
2018	25	33,3	50	66,7	12	6	50,0	12,5	6,3
2020	346	47,2	387	52,8	44	31	70,4	23,6	16,7
TOTAL	382	39,3	589	60,4	75	45	60,0	21,6	12,9

Guararapes									
Exemplares coletados					Palmeiras pesquisadas				
Ano	Adulto	%	Ninfa	%	Total	Positivas	%	Triatomíneos	
								Média	Densidade
2014	40	21,3	147	78,7	91	41	45,0	4,6	2,1
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	123	40,4	181	59,6	111	44	39,6	6,9	2,7
2017	107	40,9	154	59,1	111	49	44,1	5,3	2,4
2018	222	35,1	411	64,9	270	113	41,8	5,6	2,3
2020	423	34,5	802	65,5	224	147	65,6	8,3	5,5
TOTAL	915	35,1	1695	64,9	807	394	48,8	6,6	3,2

Piacatu									
Exemplares coletados					Palmeiras pesquisadas				
Ano	Adulto	%	Ninfa	%	Total	Positivas	%	Triatomíneos	
								Média	Densidade
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	71	44,9	87	55,1	16	10	62,5	15,8	9,9
2020	66	31,2	145	68,8	49	12	24,5	17,6	4,3
TOTAL	137	37,1	232	62,9	65	22	33,8	16,7	5,6

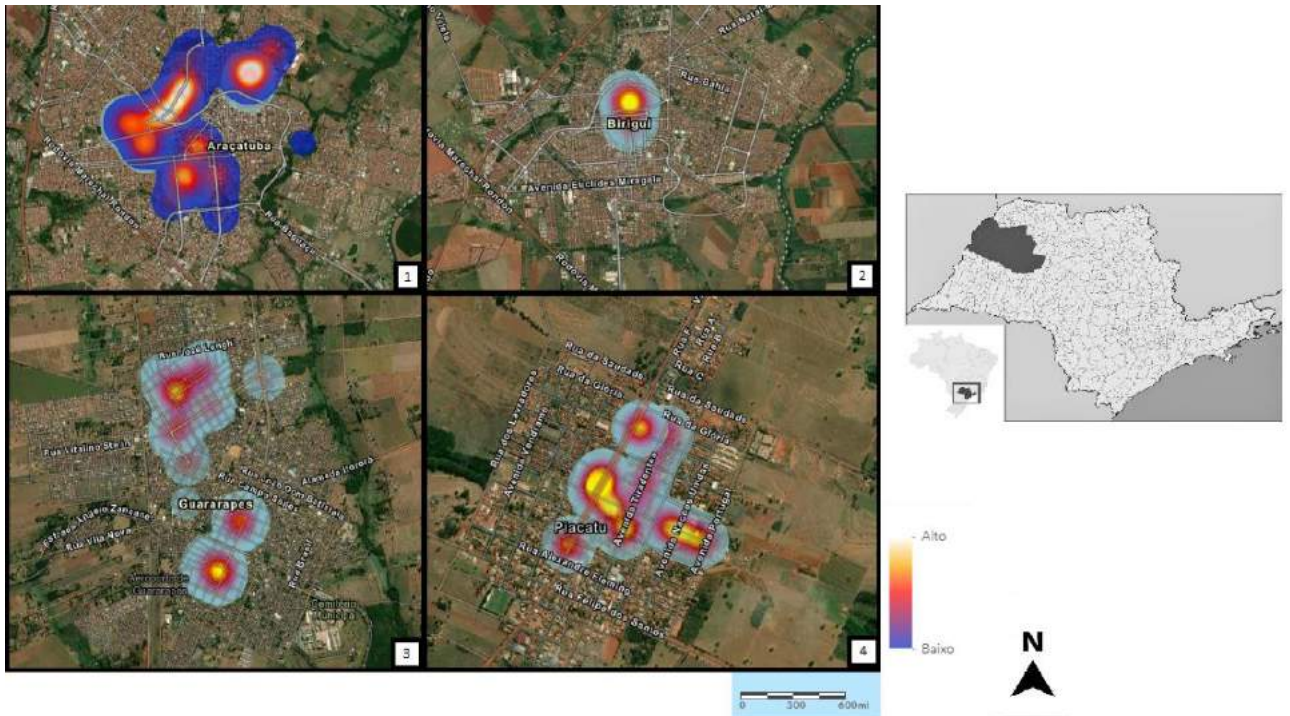
Fonte: próprio autor

Tabela 5 - Infestação de palmeiras pesquisadas por localidade e município. Região de Araçatuba, 2020.

Município	Localidade	Palmeiras				Triatomíneos					
		Pesquisadas	Positivas N	Positivas %	Positivas Município %	Adultos N	Adultos %	Ninfas N	Ninfas %	Total N	Total Município %
Araçatuba	Alcides Chagas	23	3	13,0	6,1	45	48,4	48	51,6	93	17,4
	Av Brasília	22	0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Av Irmã Esmeralda	11	5	45,5	10,2	0	0,0	9	100,0	9	1,7
	Av Waldemar Alves	7	0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	DER	50	3	6,0	6,1	1	11,1	8	88,9	9	1,7
	Escola Francisca	5	0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Escola Nilce Maia	30	11	36,7	22,4	8	4,9	156	95,1	164	30,6
	Ginásio de Esportes	15	5	33,3	10,2	0	0,0	21	100,0	21	3,9
	João Arruda Brasil	143	16	11,2	32,7	84	42,6	113	57,4	197	36,8
	Policia Mirim	4	0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Praça João Pessoa	27	0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Praça Olímpica	26	0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	Praça São João	29	6	20,7	12,2	5	11,6	38	88,4	43	8,0
	Senai	15	0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total		407	49	12,0	100,0	143	26,7	393	73,3	536	100,0
Birigui	Centro	10	4	40,0	12,9	31	22,3	108	77,7	139	19,0
	James Mellor	3	3	100,0	9,7	14	34,1	27	65,9	41	5,6
	Pedro de Toledo	31	24	77,4	77,4	301	54,4	252	45,6	553	75,4
	Total	44	31	70,5	100,0	346	47,2	387	52,8	733	100,0
Guararapes	Eurides Amaral	27	15	55,6	10,2	76	55,5	61	44,5	137	11,2
	Gaudêncio José	28	20	71,4	13,6	46	31,3	101	68,7	147	12,0
	Praça Central	44	34	77,3	23,1	67	31,5	146	68,5	213	17,4
	Praça Mohamed	71	51	71,8	34,7	106	25,1	317	74,9	423	34,5
	Princesa Isabel	30	17	56,7	11,6	90	53,3	79	46,7	169	13,8
	Raquel Caldas	24	10	41,7	6,8	38	27,9	98	72,1	136	11,1
Total	224	147	65,6	100,0	423	34,5	802	65,5	1225	100,0	
Piacatu	Av Tiradentes	11	1	9,1	8,3	0	0,0	4	100,0	4	1,9
	Câmara Municipal	5	3	60,0	25,0	28	30,1	65	69,9	93	44,1
	Casa do Trabalhador	4	0	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	José Benetti	19	7	36,8	58,3	38	33,6	75	66,4	113	53,6
	Rua Domingos Vidal	10	1	10,0	8,3	0	0,0	1	100,0	1	0,5
	Total	49	12	24,5	100,0	66	31,3	145	68,7	211	100,0

Fonte: próprio autor.

Figura 2 - Palmeiras pesquisadas e positivas para *Rhodnius neglectus* em área urbana, (1) Araçatuba, (2) Birigui, (3) Guararapes e (4) Piacatu. Região de Araçatuba, 2020.



Fonte: ArcGis

Figura 3 – Avenida João Arruda Brasil. Araçatuba, 2020.



Fonte: Google Earth

Quando avaliado o grau de infestação (Tabela 6), observou-se que 67,0% das palmeiras foram consideradas sem infestação, e estas são predominantes nos municípios de Araçatuba e Piacatu. Nos municípios de Birigui e Guararapes a maioria das palmeiras pesquisadas foi considerada como pouco infestada. Em 2,9% das palmeiras pesquisadas foi detectada alta infestação, e entre os municípios avaliados Guararapes possui maior número de palmeiras altamente infestadas, seguido pelo município de Birigui.

Tabela 6 - Grau de infestação das palmeiras situadas em área urbana segundo município. Região de Araçatuba, 2020.

Município	Altamente infestadas		Infestadas		Pouco infestadas		Sem infestação		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Araçatuba	3	0,7	7	1,7	39	9,6	358	88,0	407	100,0
Birigui	7	15,9	10	22,7	14	31,8	13	29,5	44	100,0
Guararapes	8	3,6	25	11,2	114	50,9	77	34,4	224	100,0
Piacatu	3	6,1	1	2,0	8	16,3	37	75,5	49	100,0
Total	21	2,9	43	5,9	175	24,2	485	67,0	724	100,0

Fonte: próprio autor.

Analisando as palmeiras consideradas altamente infestadas nos municípios entre 2014 e 2020 (Tabela 7), foi possível perceber que nenhuma delas manteve padrão de infestação ao longo do período avaliado. Há considerável variação de infestação, como o exemplo da palmeira de número 1 do município de Araçatuba que se manteve infestada por três anos seguidos, em 2017 esteve sem infestação, porém em 2020 foi considerada altamente infestada.

A espécie de palmeira predominante com infestação por triatomíneo foi a *Roystonea oleracea* (palmeira imperial). As palmeiras do município de Araçatuba consideradas altamente infestadas apresentaram altura média de 17,55 metros, sendo as do entorno com altura média de 18,05m (Tabela 8).

Em 92,8% das palmeiras altamente infestadas, o valor do DAP foi maior se comparado com as palmeiras do entorno. Entretanto, analisando individualmente a localidade Alcides Chagas, foi possível notar que as palmeiras altamente infestadas apresentaram média de altura 19,12m, enquanto as palmeiras de seu entorno

apresentaram média de altura 16,86m. O DAP desta localidade para palmeiras altamente infestadas foi 47,4 cm, e para as palmeiras do entorno foi de 47,8 cm.

Copa densa predominou nas palmeiras altamente infestadas (42,9%) se comparada as do entorno (21,1%). A maior distância observada em relação a palmeira altamente infestada e a borda natural vegetal na localidade João Arruda Brasil foi de 1,98 km, na Nilce Maia 2,29 km, e Alcides Chagas 382 m.

Tabela 7 - Palmeiras classificadas como altamente infestadas segundo o município. Região de Araçatuba, 2014 a 2020.

Localidade	Identificação da palmeira	2014	2015	2016	2017	2020
Araçatuba	1	I	I	I	SI	AI
	4	I	AI	I	I	SI
	5	AI	PI	PI	PI	SI
	6	AI	I	AI	PI	I
	9	I	AI	SI	PI	PI
	13	AI	PI	PI	SI	PI
	14	AI	I	AI	PI	PI
	32	SI	AI	NP	NP	NP
	35	PI	AI	I	SI	SI
	68	SI	SI	SI	AI	SI
	76	AI	I	AI	I	PI
	83	SI	SI	SI	SI	AI
	135	SI	SI	SI	AI	SI
	148	SI	SI	PI	AI	PI
	SN	NP	NP	NP	NP	AI
Birigui	9	NP	AI	-	SI	I
	10	NP	I	-	SI	AI
	14	AI	I	-	PI	SI
	15	NP	NP	-	NP	AI
	17	NP	NP	-	NP	AI
	19	NP	NP	-	NP	AI
	22	NP	NP	-	NP	AI
	25	NP	NP	-	NP	AI
26	NP	NP	-	NP	AI	
Guararapes	11	NP	-	PI	AI	AI
	11	NP	-	PI	NP	AI
	15	NP	-	NP	NP	AI
	19	NP	-	AI	SI	PI
	27	NP	-	PI	PI	AI
	28	NP	-	PI	PI	AI
	38	NP	-	NP	NP	AI
	40	NP	-	NP	NP	AI
	54	NP	-	AI	NP	NP
62	NP	-	NP	NP	AI	
Piacatu	33	-	-	-	-	AI
	55	-	-	-	-	AI
	74	-	-	-	-	AI

Legenda

AI= Altamente infestada (>30 insetos)
 I= Infestada (>10 a 29 insetos)
 PI= Pouco infestada (>1 a 9 insetos)
 SI= Sem infestação (0 insetos)
 NP= Não pesquisada

Tabela 8 - Caracterização das palmeiras classificadas como altamente infestadas e aquelas localizadas em seu entorno segundo localidade. Municípios de Araçatuba, 2020.

Localidade	Palmeiras altamente infestadas								Palmeiras do entorno													
	Total		Copa				Altura média (metros)	DAP* cm	Condição infestação**						Copa				Altura média (metros)	DAP cm		
	Nº	%	Densa		Esparsa				I	PI		SI		Total	Densa		Esparsa					
			Nº	%	Nº	%	Nº	%		Nº	%	Nº	%		Nº	%						
João Arruda Brasil	12	85,8	05	41,7	07	58,3	17,26	48,3	00	0,0	06	25,0	18	75,0	24	72,7	03	12,5	21	87,5	18,06	47,1
Escola Nilce Maia	01	7,1	01	100,0	00	0,0	19,37	55,7	01	25,0	02	50,0	01	25,0	04	12,1	02	50,0	02	50,0	19,49	46,8
Dr Alcides Chagas	01	7,1	00	0,0	01	100,0	19,12	47,4	00	0,0	02	40,0	03	60,0	05	15,2	02	40,0	03	60,0	16,86	47,8
Total	14	100,0	06	33,3	08	66,7	17,55	48,7	01	3,0	10	30,3	22	66,7	33	100,0	07	21,2	26	78,8	18,05	47,1

*DAP= Diâmetro a altura do peito **I = infestada; PI = pouco infestada e SI = sem infestação

Fonte: próprio autor.

O teste para verificação do hábito alimentar de triatomíneos adultos foi realizado em 100 amostras, sendo verificado reagentes para ave (4,0%), roedor (4,0%), humano (2,0%), cão (1,0%) e gato (1,0%) (Tabela 9). A maioria das amostras não reagiu a nenhum dos antissoros testados.

Tabela 9 - Resultado de teste de hábito alimentar em triatomíneos adultos da espécie *Rhodnius neglectus* coletados em palmeiras de área urbana segundo município e localidade. Região de Araçatuba, 2020.

Município	Localidade	Nº de Amostras	Resultado
Araçatuba	Alcides Chagas	4	Não reagente
	DER	1	Não reagente
	Escola Nilce Maia	7	Não reagente
	Ginásio de Esportes	1	Não reagente
	João Arruda Brasil	11	Ave (2), Roedor (3), Felídeo (1) e Não reagente (5)
Birigui	James Mellor	5	Não reagente
	Pedro de Toledo	15	Humano (1) e Não reagente (14)
Guararapes	Eurides Amaral	10	Humano (1), Ave (1) e Não reagente (8)
	Gaudêncio José	6	Não reagente
	Praça Central	8	Não reagente
	Praça Mohamed	14	Não reagente
	Princesa Isabel	7	Ave (1) e Não reagente (7)
	Raquel Caldas	8	Não reagente
Piacatu	Câmara Municipal	1	Roedor (1)
	José Benetti	2	Cão (1) e Não reagente (1)
Total		100	Ave (4), Roedor (4), Humano (2), Felídeo (1), Cão (1), Não reagente (88)

Fonte: próprio autor.

4.2 Avaliação de suscetibilidade de *Rhodnius neglectus* a inseticida piretróide

A suscetibilidade para deltametrina da população de referência obteve na DL₅₀ valor de 0,025 ng/inseto. Foi observado 100% de mortalidade em todas as populações em resposta à dose diagnóstica. Para as populações de campo das amostras de *R. neglectus* foi observado uma variação entre 0,0440 e 0,0908 ng/inseto. (Tabela 10). As populações de Birigui – James Mellor e Pedro de Toledo, e Guararapes – Praça Mohamed e Princesa Isabel apresentaram declives menores que a população de referência, indicando populações menos homogêneas e com maior probabilidade de seleção de resistência (Figura 4).

Os valores obtidos para RR₅₀ das populações de campo demonstraram significativamente diferentes a população de referência não havendo sobreposição dos limites dos intervalos de confiança no nível de 95%.

4.3 Avaliação da utilização do extrato de *Ricinus communis*, em populações de *R. neglectus*

- Solução 1 - Extração de óleo a partir de sementes

No teste de contato com papel filtro embebido nas soluções 100% e 75%, todas as ninfas sobreviveram e mantiveram-se ativas durante as 72 horas de acompanhamento. As ninfas utilizadas no controle também sobreviveram. Entretanto, no teste de aplicação tópica houve mortalidade de 1 ninfa que recebeu aplicação da solução 100%, detectada na leitura de 72 horas após a realização da aplicação. Todas as ninfas do controle e as que receberam aplicação da solução 75% sobreviveram e mantiveram-se ativas durante as 72 horas de observação (Tabela 11).

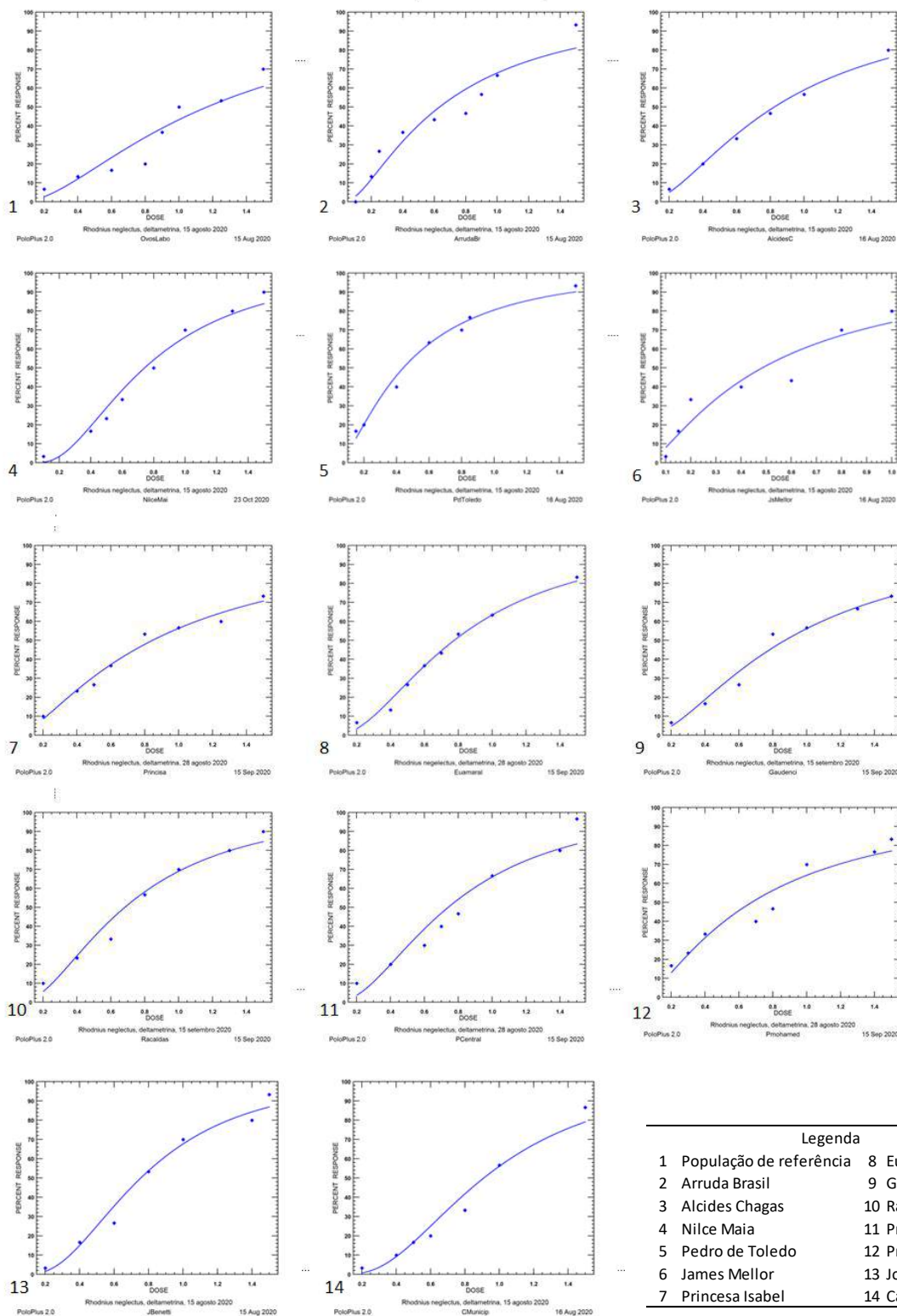
Tabela 10 - Resultado de mortalidade de ninfas de triatomíneos de primeiro estadio de *Rhodnius neglectus* após aplicação tópica de deltametrina em população de referência e em amostras de diferentes localidades. Região de Araçatuba, 2020.

Município	Localidade	DL ₅₀ (IC 95%)	DL ₉₉ (IC 95%)	RR ₅₀ **	Slope
Araçatuba	Nilce Maia – PRS*	0,0250 (0,0020 - 0,0320)	0,1960 (0,0108 - 0,3310)	-	2,520+-0,428
Araçatuba	Alcides Chagas	0,0823 (0,0691 - 0,1014)	0,6096 (0,3453 - 1,7103)	3,292	2,675+-0,436
	Arruda Brasil	0,0633 (0,0502 - 0,0819)	0,6209 (0,3293 - 2,1666)	2,532	3,346+-0,294
	Escola Nilce Maia	0,0741 (0,0556 - 0,0977)	0,3904 (0,2178 - 2,0769)	2,964	3,223+-0,437
Birigui	James Mellor	0,0484 (0,0349 - 0,0733)	0,6723 (0,2757 - 5,8711)	1,936	2,035+-0,294
	Pedro de Toledo	0,0440 (0,0361 - 0,0528)	0,4049 (0,2543 - 0,8754)	1,76	2,413+-0,320
Guararapes	Eurides Amaral	0,0775 (0,0680 - 0,0903)	0,4439 (0,2863 - 0,9319)	3,1	3,088+-0,446
	Gaudêncio José	0,0871 (0,0738 - 0,1047)	0,6786 (0,4047 - 1,7420)	3,484	2,609+-0,400
	Praça Central	0,0739 (0,0590 - 0,0921)	0,4040 (0,2422 - 1,2799)	2,956	3,154+-0,409
	Praça Mohamed	0,0674 (0,0557 - 0,0817)	0,8291 (0,4623 - 2,3296)	2,696	2,134+-0,311
	Princesa Isabel	0,0845 (0,0707 - 0,1049)	0,9821 (0,5095 - 3,4704)	3,38	2,184+-0,359
	Raquel Caldas	0,0681 (0,0580 - 0,0790)	0,4120 (0,2811 - 0,7801)	2,724	2,976+-0,399
Piacatu	Câmara Municipal	0,0908 (0,0767 - 0,1149)	0,3839(0,2406 - 1,0276)	3,632	3,716+-0,522
	José Benetti	0,0754 (0,0661 - 0,0853)	0,3151 (0,2348 - 0,5057)	3,016	3,744+-0,472

Fonte: próprio autor.

*População de referência suscetibilidade; **Razão de resistência 50% ng i.a./ninfra tratada (nanograma de ingrediente ativo/ninfra tratada)

Figura 4 - Gráficos de slope das populações de campo, e da população de referência.



Legenda	
1 População de referência	8 Eurides Amaral
2 Arruda Brasil	9 Gaudêncio José
3 Alcides Chagas	10 Raquel Caldas
4 Nilce Maia	11 Praça Central
5 Pedro de Toledo	12 Praça Mohamed
6 James Mellor	13 José Benetti
7 Princesa Isabel	14 Câmara Municipal

Fonte: Polo Plus

Tabela 11 - Mortalidade de ninfas de *Rhodnius neglectus* submetidas a aplicação de extrato de óleo a partir de sementes de *Ricinus communis*, 2020.

Solução 1 - Extrato de óleo a partir de sementes						
	Aplicação tópica			Contato (papel filtro)		
	Controle	75%	100%	Controle	75%	100%
0 h	5	10	10	5	10	10
24 Horas (1 dia)	5	10	10	5	10	10
48 Horas (2 dias)	5	10	10	5	10	10
72 Horas (3 dias)	5	10	9	5	10	10

Fonte: próprio autor.

- Solução 2 - Extrato aquoso de folhas verdes de *R. communis*

No teste de contato com papel filtro embebido nas soluções 100% e 75%, todas as ninfas sobreviveram e mantiveram-se ativas durante as 72 horas de acompanhamento. As ninfas utilizadas no controle também sobreviveram. No teste de aplicação tópica com solução a 75%, houve morte de 1 ninfa, nas 72 horas após a aplicação. Todas as ninfas do controle e as que receberam aplicação da solução 100% sobreviveram e mantiveram-se ativas durante as 72 horas de observação (Tabela 12).

Tabela 12 - Mortalidade de ninfas de *Rhodnius neglectus* submetidas a aplicação de extrato aquoso de folhas de *Ricinus communis*, 2020.

Solução 2 - Extrato aquoso de folhas verdes						
	Aplicação tópica			Contato (papel filtro)		
	Controle	75%	100%	Controle	75%	100%
0 h	5	10	10	5	10	10
24 Horas (1 dia)	5	10	10	5	10	10
48 Horas (2 dias)	5	10	10	5	10	10
72 Horas (3 dias)	5	9	10	5	10	10

Fonte: próprio autor.

- Solução 3 - Extrato aquoso folhas secas de *R. communis*

Todas as ninfas sobreviveram e mantiveram-se ativas durante as 72 horas de acompanhamento no teste de contato com papel filtro embebido nas soluções 100%. Porém, no teste de aplicação tópica houve mortalidade de 1 ninfa que recebeu

aplicação da solução 100% nas 48 horas de realização do experimento. As 9 ninfas que sobreviveram mantiveram-se ativas até a última leitura, com 72 horas de realização do experimento. Todas as ninfas que receberam aplicação da solução 75% sobreviveram e mantiveram-se ativas. No controle da aplicação tópica houve mortalidade de 1 ninfa, detectada na leitura realizada com 72 horas de experimento (Tabela 13).

Tabela 13 - Mortalidade de ninfas de *Rhodnius neglectus* submetidas a aplicação de extrato aquoso de folhas secas de *Ricinus communis*, 2020.

Solução 3 - Extrato aquoso de folhas secas						
	Aplicação tópica			Contato (papel filtro)		
	Controle	75%	100%	Controle	75%	100%
0 h	5	10	10	5	10	10
24 Horas (1 dia)	5	10	10	5	10	10
48 Horas (2 dias)	5	10	9	5	10	10
72 Horas (3 dias)	4	10	9	5	10	10

Fonte: próprio autor.

5. DISCUSSÃO

5.1 Avaliação espacial e distribuição de *Rhodnius neglectus* em palmeiras

As palmeiras como ecótopos naturais de triatomíneos, principalmente espécies do gênero *Rhodnius*, já foram descritas por diferentes autores (Valente et al., 2000; Teixeira et al., 2001; Gurgel-Gonçalves et al., 2004; Calderón & Gonzalez, 2020). Neste estudo, todos os triatomíneos coletados nas palmeiras eram da espécie *Rhodnius neglectus* confirmando resultados de outros trabalhos realizados em diferentes áreas do Brasil que encontraram neste ambiente triatomíneos do gênero *Rhodnius* (Lent & Wygodzinsky, 1979; Diotaiuti & Dias, 1984; Gurgel-Gonçalves et al., 2004).

Todas as palmeiras infestadas avaliadas neste estudo eram da espécie *Roystonea oleracea*. Infestação por *R. neglectus* em palmeiras *Roystonea oleracea*, espécie exótica comumente utilizada no Brasil com propósitos paisagísticos, foi verificada no estado de Goiás (Vianna et al, 2014), denotando a capacidade de adaptação dos triatomíneos a ecótopos exóticos. Fato verificado também em estudo realizado no município de Monte Alto no estado de São Paulo, onde exemplares de *R. neglectus* foram encontrados colonizando palmeiras exóticas da espécie *Livistona australis* em área urbana (Carvalho et al., 2014).

A densidade de triatomíneos por palmeiras nos quatro municípios analisados foi de 2,2. Em estudos envolvendo palmeiras da espécie *Mauritia flexuosa* a densidade de triatomíneos variou de 15,6 a 3,3 (Mello, 1982; Diotaiuti & Dias, 1984; Gurgel-Gonçalves et al., 2004), números superiores ao encontrado neste estudo, ressaltando-se tratar de espécies diferentes de palmeiras. A composição etária das populações de *R. neglectus* investigadas mostrou predomínio de ninfas (índice adulto/ninfa: 0,51), o que está de acordo com a estrutura etária geralmente observada em algumas populações de *Rhodnius* em palmeiras, com índice adulto ninfa inferior a 1, variando entre 0,36 e 0,9029 (Gonçalves & Cuba, 2007).

O movimento antrópico no ambiente natural que leva ao desmatamento criou nos centros urbanos abrigo para aves e mamíferos em palmeiras e conseqüentemente os triatomíneos desta espécie tem neste habitat condições ideais para seu desenvolvimento encontrando alimento com facilidade (Forattini et al., 1979). Vale ressaltar, que o baixo custo de manutenção desta espécie de planta promoveu nos municípios facilidade para uma feição paisagística agradável de suas áreas urbanas.

Quando avaliado o município de Araçatuba, que conta com a infestação mais antiga, 15 anos, pode-se verificar que a localidade João Arruda Brasil foi aquela em que se observaram as maiores infestações por triatomíneos. Essa localidade atravessa o município e as palmeiras funcionaram como uma barreira minimizando a infestação nas áreas posteriores a ela, onde com distância máxima de 1,5 km, foram detectadas palmeiras classificadas como pouco infestadas. No mesmo eixo estão as localidades Escola Nilce Maia e Alcides Chagas.

O que poderia explicar esse fato é que esta localidade tem seu início na área rural. É possível que a infestação no município seguiu via avenida João Arruda Brasil, com grande quantidade de palmeiras situadas em toda sua extensão. Provavelmente as palmeiras foram sendo infestadas e funcionaram como um corredor ecológico, possibilitando o fluxo dos insetos entre a localidade Arruda Brasil e Escola Nilce Maia, e a migração das aves para outras áreas do município, promovendo a dispersão da espécie para novas áreas. Não se pode desconsiderar a dispersão natural desta espécie de triatomíneo que pode ocorrer em raio de 400 metros (Forattini et al., 1979).

Vale ressaltar que o processo de desmatamento nestas áreas acabou por eliminar a faixa de transição entre a zona rural e urbana, conhecida como área periurbana, que serviria de anteparo minimizando a presença de vetores no ambiente urbano. Tem-se observado para o estado de São Paulo que a ausência desta área de transição está permitindo a aproximação de vetores da doença de Chagas nos centros urbanos (Silva et al., 2020).

Ainda sobre a região de Araçatuba, foi possível notar grande proximidade entre palmeiras altamente infestadas e palmeiras sem infestação nas localidades Arruda Brasil e Nilce Maia. Um fator que pode esclarecer a presença de triatomíneos em algumas palmeiras e em outras não, mesmo que tão próximas, seria a presença ninhos de aves e de mamíferos em determinadas árvores, servindo como fonte de alimento aos insetos, favorecendo, portanto, a infestação.

Talvez a altura da palmeira e condição de sua copa pudessem explicar o fato de determinadas palmeiras serem mais infestadas que outras, mas isso não se esclareceu neste estudo. Palmeiras altamente infestadas da localidade João Arruda Brasil foram as mais baixas em relação à altura, e as mais densas em relação a sua copa, se comparadas as demais localidades investigadas, entretanto realizando comparação apenas entre as palmeiras altamente infestadas desta localidade, a maioria teve sua copa considerada como esparsa, demonstrando não haver um padrão de características físicas das árvores que favoreça a infestação.

Um fator que pode esclarecer a variação de infestação verificada nas palmeiras ao longo do período avaliado, e a ocorrência de reinfestação em palmeira investigadas

que receberam borrifação de inseticida, é o fato de que os triatomíneos do gênero *Rhodnius* depositam ovos aderidos ao substrato (Falcone, 2016). Este substrato pode ser a superfície do ambiente em que vivem os insetos, como folhas das palmeiras, ou penas de aves que utilizam como fonte de alimento. As aves podem transferir ovos destes triatomíneos de um local para outro, favorecendo a dispersão da espécie entre os ambientes que frequentam, como as palmeiras avaliadas neste estudo, e ovos presos a superfície das árvores podem sobreviver à investigação das palmeiras, possibilitando recolonização nestes ecótopos.

Conforme confirmado no exame de hábito alimentar foram observados roedores na copa das palmeiras, o que demonstra o potencial desse ecótopo para instalação do *Trypanosoma cruzi*, uma vez que existe um possível reservatório do parasita. Neste sentido, poderia se pensar na ampliação dos estudos verificando a infecção nestes animais.

A aproximação desses vetores com o homem trás risco, visto que no ambiente urbano, já tem sido possível observar o contato desses vetores com animais que funcionam como reservatórios de *Trypanosoma cruzi*. A implementação de trabalhos de educação em saúde passa a ser primordial para monitoramento da situação, bem como para manter as pessoas informadas sobre a problemática e com isso funcionarem como agentes da vigilância de vetores em seus territórios. Recomenda-se um estudo entomológico de maior abrangência em municípios com presença de palmeiras em área urbana em diferentes regiões do estado para investigar a colonização das mesmas, uma vez que nossos dados reforçam a ideia de que a presença de palmeiras poderia ajudar a definir situações de risco no nível local.

5.2 Avaliação de suscetibilidade de *Rhodnius neglectus* a inseticida piretróide

Resistência a um inseticida pode ser entendida como uma diminuição a mortalidade observada em uma população submetida a exposição constante de produtos químicos de ação para seu extermínio. No caso de triatomíneos, era considerada algo raro, e de ocorrência pouco provável, principalmente devido ao ciclo de vida

destes insetos, o que dificultaria a seleção de indivíduos resistentes (Pessoa et al., 2015a). Apesar disso, há estudos que demonstram casos de populações de triatomíneos resistentes a diversos ativos químicos, em diversas regiões das Américas (Yon et al., 2004; Santos et al., 2007; Pessoa et al., 2015b).

A resistência dos triatomíneos aos piretróides, associados a tratamentos de campo ineficazes foi relatada em *R. prolixus* na Venezuela e em *Triatoma infestans* no Brasil, Argentina e Bolívia (Depickère et al., 2012). Após esses achados estudos para verificação de suscetibilidade com populações brasileiras de *Triatoma infestans*, *T. sordida* e *T. brasiliensis* foram realizadas encontrando, para algumas situações, resistência ao inseticida piretróide deltametrina (Obara et al., 2011; Pessoa et al., 2014; Pessoa et al., 2015b; Pessoa et al., 2015c; Pessoa et al., 2015d; Pessoa et al., 2015e).

O primeiro relato de resistência a inseticidas piretróides com triatomíneos do gênero *Rhodnius* foi observado em populações da espécie *R. prolixus* na Venezuela, com a utilização de dieldrin (Vassena et al., 2000). No Brasil não há relatos de para verificação de suscetibilidade de resistência a inseticidas em populações do gênero *Rhodnius*, o que poderia ser explicado pelo fato da maioria das espécies deste gênero não habitarem as moradias, apresentando risco secundário aos humanos.

Em São Paulo, *R. neglectus* é a segunda espécie mais coletada, sendo atualmente a maioria dos exemplares capturados em área urbana, onde há sobreposição de ações de controle para arbovirose e leishmaniose visceral (Camargo-Neves et al., 2001). Para o controle químico de vetores o Ministério da Saúde disponibiliza aos estados e municípios Alfatec SC, inseticida piretróide, que deixa baixo efeito residual, não permanecendo nas superfícies tratadas por longo período, sofrendo ação das intempéries prejudicando sua vida útil (Santos et al, 2007). São largamente utilizados em virtude da baixa toxicidade observada em mamíferos e a não persistência no ambiente (Narahashi, 1996).

O controle químico empregado frequentemente para diminuir a infestação desta espécie em área urbana, não tem surtido o efeito desejado, o que poderia acarretar modificações metabólicas nos insetos que levam a resistência desses vetores aos inseticidas empregados em seu controle. Entretanto, os resultados encontrados nos

bioensaios para essa espécie de triatomíneo não apontaram resistência, contudo tem-se evidenciado a necessidade de implementação de estratégias de manejo de modo a preservar a vida útil do inseticida empregado no controle, não se deixando de verificar a resistência nessas populações de maneira continuada.

Os valores obtidos para RR_{50} nesta avaliação, e considerando que valores maiores ou iguais a 5 são parâmetros para caracterizar a resistência dos insetos ao inseticida, fica evidenciado que as ações de controle podem prosseguir com o mesmo inseticida que vem sendo empregado, mas deve-se considerar novas metodologias de manejo das palmeiras e privilegiar o controle mecânico desta espécie de vetor neste ecótopo, uma vez que a presença deste inseto no meio urbano é fato consolidado em municípios do estado de São Paulo e sua ampliação na distribuição trará novos desafios.

Se considerarmos a população de referência para *R. neglectus* aquela definida por Pessoa et al. (2016), cujo valor da DL_{50} foi de 0,001 ng i.a/ninfa tratada todas as populações testadas nesta avaliação seriam classificadas como resistentes demonstrando ser necessário padronização local da espécie em estudo. Obara et al. (2011) e Pessoa et al. (2014) também verificaram essa necessidade quando trabalharam com a espécie *T. sordida*.

Vale considerar que a população de referência neste estudo originou da mesma área onde se procedeu a coleta de exemplares para essa avaliação, no município de Araçatuba – localidade Nilce Maia, porém sem que naquela ocasião fosse utilizada como normatização técnica borrfiação de palmeiras para controle das populações dos insetos. Como essa área se sobrepõe a ocorrência de outros vetores é frequente a utilização de piretróides para o controle, o que se deve considerar para a população de referência que pode apresentar indícios de resistência.

O encontro de declive igual ou superior a população de referência, na maioria das populações de campo testadas, demonstra haver pequena heterogeneidade entre as mesmas. Para as populações com inclinações menores há possibilidade de se observar resistência, o que justifica seu acompanhamento. Estudos moleculares demonstram haver menor diversidade genética em áreas com tratamento químico (Perez de Rosas et al., 2007). Ressalta-se que a mortalidade observada na dose

diagnóstica, em todas as populações, foi de 100,0%. Deve-se considerar a variabilidade genética nas populações como um fator que pode interferir diretamente nos resultados dos testes (Amelotti et al., 2009; Pessoa et al., 2014).

Analisar a suscetibilidade dos triatomíneos à inseticida através de estudos é essencial para entender melhor quais são os fatores que interferem no controle destes vetores, para avaliar e readequar as práticas de intervenção, caso seja necessário. Estudos relatam a presença de populações de *R. neglectus* em palmeiras situadas em área urbana no Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (Diotaiuti & Dias, 1984; Zapata et al., 1985; Gurgel-Gonçalves et al., 2004). Não é incomum a notificação desses insetos pelos munícipes aos setores competentes demonstrando que novos cenários epidemiológicos podem ser estabelecidos. A recolonização desta espécie no ambiente pode estar relacionada a fatores comportamentais e pelo fato de estarem associadas a aves facilitando ampla distribuição da espécie em municípios paulistas (Forattini et al., 1979; Rodrigues et al., 2014). Neste sentido, ensaios com utilização de inseticidas em campo e laboratório de forma simultânea devem ser realizados numa perspectiva de resultados mais voltados a realidade local.

5.3 Avaliação da utilização do extrato de *Ricinus communis*, em populações de *R. neglectus*

O uso de inseticidas químicos no controle de pragas e insetos de importância médica pode oferecer ameaças e riscos ambientais, causando graves consequências à saúde humana (Peron & Ferreira 2012). Outra característica é a resistência, ao longo dos anos, dos insetos ao produto utilizado, reduzindo a eficiência das medidas de controle. Pesquisas com extratos vegetais tem se intensificado, buscando alternativas mais sustentáveis e efetivas para substituir inseticidas convencionais.

Diversas espécies de plantas já apresentaram resultados promissores para uso como inseticida natural. *Azadirachta indica* (Meliaceae), conhecida popularmente como NIM apresentou resultados positivos no controle de diversas espécies de

insetos (Peron & Ferreira, 2012). Outras espécies da família Meliaceae tem apresentado efeito inseticida, como *Trichilia pallida* com sucesso no controle da mosca branca e lagartas e a *Melia azadarach* com resultados positivos no controle de grilos, gafanhotos e pulgões (Moreira et al., 2006). Ainda neste contexto, o caju, *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) apresentou resultados positivos como larvicida para de *Aedes aegypti* (Guissoni, 2013) e no controle de triatomíneos da espécie *Triatoma brasiliensis* (Sousa Neta et al., s.d).

A mamona *R. communis* (Euphorbiaceae) também demonstra ser uma planta promissora no controle de insetos. Peron & Ferreira (2012) apresentaram resultados positivos no controle de lagartas e nos estudos de Sotelo-Levy et al., (2020) foi demonstrado efetivo controle de hemípteros. Salem et al. (2017) comprovou atividade inseticida de *R. communis* no controle de besouros. Em nosso estudo com triatomíneos da espécie *R. neglectus*, extratos de *R. communis* causaram mortalidade dos insetos, mas em nível muito baixo para ser considerado efetivo.

Peron & Ferreira (2012) utilizaram extrato aquoso de sementes de mamona para verificar mortalidade de lagartas do milho. O extrato se mostrou eficiente em todas as concentrações, mas principalmente na concentração de 75% onde obteve mortalidade de 75% das lagartas no oitavo dia após a realização do teste. Situação diferente do verificado neste estudo, onde a mortalidade máxima foi de 10% nos testes com três soluções diferentes produzidas com *R. communis*.

Um fator que pode ter influenciado a grande diferença entre os resultados obtidos neste estudo e o experimento de Peron & Ferreira, é o fato de que o contato das lagartas com o extrato aquoso se deu através da ingestão, o que pode ter potencializado o efeito inseticida do mesmo. As lagartas foram alimentadas com folhas de milho previamente imersas no extrato, enquanto neste trabalho o contato foi apenas externo, o que poderia ter dificultado a penetração do extrato para o interior do organismo dos insetos devido a presença da cutícula e do exoesqueleto impedindo, portanto, a ação do extrato de *R. communis* nos triatomíneos.

Sotelo-Levy et al., (2020), avaliou a atividade inseticida de extratos hexanos, metanólicos e acetonícos feitos com frutos, folhas, e raízes de *R. communis* em diferentes concentrações, através da aplicação de contato com adultos de

Melanaphis sacchari Zehntner (Hemiptera: Aphididae). Os extratos foram borrifados diretamente sobre os pulgões. Ao contrário do ocorrido no presente estudo, que obteve mortalidade de 10% após 72 horas da aplicação tópica nas três soluções, Sotelo-Levy et al (2020) obteve mortalidade de 96% no extrato em hexano de folhas concentrado em 10 ppm, 56% no extrato de folhas com acetona concentrado em 10 ppm, e 54% no extrato com metanol com folhas concentrado em 10 ppm. Mesmo sendo o extrato em hexano o mais efetivo em relação à mortalidade, os resultados obtidos com os outros extratos são relevantes, e tornam plausível o uso de *R. communis* como controle de pragas.

O uso de solvente como parte dos extratos, e a borrifação direta nos insetos podem ter sido aliados na efetividade das propriedades inseticidas de *R. communis*. Pode-se então considerar uma repetição do ensaio com *R. neglectus*, utilizando extratos com solventes por aplicação tópica e contato com papel filtro, mas também realizar a borrifação direta nos insetos com extratos aquosos previamente utilizados, na tentativa de ampliar a área de contato dos insetos com o extrato, e verificar se há diferença na mortalidade das ninfas com a modificação do método, e com a utilização de outros extratos.

Sousa-Neta et al. (s.d), avaliou a atividade de extratos de *Anacardium occidentale* sobre *Triatoma brasiliensis*. Ninfas de quarto estadio receberam aplicação tópica dos extratos em diversas concentrações nos tergitos abdominais. Foi avaliada a mortalidade 24, 48 e 72 horas após o contato com o extrato, e a influência dos extratos na alimentação das ninfas. Houve mortalidade das ninfas em todas as concentrações aplicadas, sendo a maior concentração 80mg/mL, a que apresentou maior mortalidade, 42,5%, com 72 horas de aplicação. Esse estudo comprovou que o extrato de *A. occidentale* possui efeito inseticida, e que altera a fisiologia destes insetos ao longo do tempo.

Apesar dos resultados do teste com extratos de *R. communis* com *R. neglectus* não ter tido mortalidade suficiente para ser considerado efetivo como inseticida, o estudo de Sousa Neta et al.(s.d), comprova a eficiência do uso de extratos vegetais na mortalidade de triatomíneos, evidenciando que são insetos suscetíveis aos compostos fitoquímicos, e que portanto, extratos vegetais realmente possuem

potencial de utilização como alternativa de controle. A comparação dos resultados dos dois trabalhos demonstra que estudos sobre o tema são relevantes, e necessários para que se conheça melhor as interações entre plantas e triatomíneos. Além disso, deve-se considerar a continuidade de estudos em trabalhos com utilização de extratos cruzados de plantas.

6. CONCLUSÕES

- O controle vetorial, apesar de todo sucesso, tem ressaltado a importância de espécies silvestres que circunscritas a áreas rurais hoje assumem novos cenários em áreas urbanas podendo significar risco de instalação de transmissão pontual a humanos.
- Apesar de não ser ter sido detectado infecção natural por tripanosomatídeos nos exemplares examinados, tem havido contato dos vetores com humanos, demonstrando necessidade constante de vigilância da situação, pois a presença de vetores dispersos e em densidade é um dos primeiros passos para o sucesso de uma espécie como vetora.
- A manutenção de políticas de paisagismo em áreas urbanas com a utilização de palmeiras poderá implicar numa amplificação da infestação desta espécie em diferentes pontos no estado de São Paulo, como visto para o município de Piacatu, o mais recente em termos de infestação, dentre os estudados.
- A destruição de faixas de transição entre áreas urbanas e rurais provocadas por ações antrópicas pode explicar a necessidade de animais silvestres adentrarem áreas urbanas em busca de alimento e abrigo, podendo com isso instalar novas cadeias de sobrevivência dessas espécies, como é o caso das maritacas e dos triatomíneos.
- Pelo levantamento realizado não foi observado um padrão de palmeira que sinalize risco para instalação de colônia de triatomíneo. Este fato parece estar mais relacionado ao ecótopo palmeira funcionar como uma escolha aleatória de aves que carregam em suas penas triatomíneos ampliando a dispersão da espécie.

- A vigilância passiva e trabalhos de educação em saúde devem ser incrementados nas áreas afetadas considerando que apenas um tipo de ecótopo tem sido regularmente monitorado, não desconsiderando que as aves envolvidas na dispersão desta espécie ocupam outros ambientes como forro de casas, por exemplo.
- Nesta avaliação foi observada concentração de palmeiras altamente infestadas em áreas concentradas dos municípios, sinalizando haver preferência por palmeiras situadas numa mesma área geográfica. Vale ressaltar a falta de avaliação das características das palmeiras ao longo do período.
- O adensamento de palmeiras em avenidas, ruas, praças, escolas, e espaços privados são diferentes, o que poderia contribuir para os padrões diferentes observados na infestação de palmeiras nos municípios, uma vez que a concentração das mesmas é diferenciada.
- Houve aumento de palmeiras positivas de modo geral, com concentração em poucas localidades, ressaltando que 66,9% das palmeiras pesquisadas não apresentaram infestação no ano de 2020. Apesar desse processo, em Araçatuba, após dois anos consecutivos sem pesquisa pode-se verificar infestação maior em área específica, o que pode sinalizar para uma pesquisa regular em pontos do município e um espaçamento para as demais áreas.
- Uma periodicidade de pesquisa e manejo de palmeiras deve considerar anteriormente trabalhos de educação de saúde continuados de forma a monitorar áreas prioritárias para essa ação.
- Todas as populações testadas no monitoramento de resistência foram suscetíveis, reforçando que a técnica de manejo aplicada deva ser revista, considerando o baixo poder residual deixado pelo inseticida empregado no controle, conforme descrito em literatura científica.
- Todas as populações demonstraram pouca variabilidade genética indicativo de suscetibilidade ao inseticida como comprovado neste estudo.
- Apesar dos resultados incipientes com extrato natural de mamona neste estudo a utilização de compostos botânicos no controle de triatomíneos

demonstrou relevância, deve ser um trabalho continuado, que poderá ter reflexos positivos em todo microambiente onde será utilizado.

7. REFERÊNCIAS

1. ArcGis [internet]. 2020. Esri. [acesso em 20 de out 2020]. Disponível em: <https://learn2.maps.arcgis.com/home/index.html>
2. Amelotti I, Catalá SS, Gorla DE. Experimental evaluation of insectidal paints against *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae), under natural climatic conditions. *Parasit Vectors* 2009; 2-30.
3. Amorim MCDCT. Ilhas de calor em Birigui/SP. *Revista Brasileira de Climatologia*. 2005; 1(1): 119-150.
4. Basile L, Jansa JM, Carlier Y, Salamanca DD, Angheben A, Bartoloni A et al. Chagas disease in European countries: the challenge of a surveillance system. *Eurosurveillance*. 2011; 16 (37): 19968.
5. Bustamante Gomez, MB. Caracterização e distribuição da resistência a deltametrina de populações silvestres e domésticas de *Triatoma infestans* da Bolívia [tese]. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz; 2016.
6. Calderon JM, González C. Co-occurrence or dependence? Using spatial analyses to explore the interaction between palms and *Rhodnius triatomines*. *Parasites Vectors*. 2020; 13-211.
7. Camargo-Neves VLFD, Katz G, Rodas LAC, Poletto DW, Lage LC, Spínola RMF, et al. Utilização de ferramentas de análise espacial na vigilância epidemiológica de leishmaniose visceral americana-Araçatuba, São Paulo, Brasil, 1998-1999. *Cad Saúde Pública*. 2001; 17, 1263-1267.
8. Carvalho DB, Almeida CE, Rocha CS, Gardim S, Mendonca VJ, Ribeiro AR, et al. (2014). A novel association between *Rhodnius neglectus* and the *Livistona australis* palm tree in an urban center foreshadowing the risk of Chagas disease transmission by vectorial invasions in Monte Alto City, São Paulo, Brazil. *Acta tropica*. 2014; 130, 35-38.

9. Chow E, Wirtz RA, Scott TW. Identification of blood meals in *Aedes aegypti* by antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay. *J Amer Mosq Control Assoc.* 1993; 9, 195-205.
10. Clinômetro Florestal [aplicativo]. Versão 1.5. iTech Desenvolvimentos, 2019; [acesso em 19 abr de 2020]. Disponível para download na Play Store, serviço fornecido pela Google Play.
11. Depickère S, Buitrago R, Siñani E, Baune M, Monje M, Lopez R, et al. Susceptibility and resistance to deltamethrin of wild and domestic populations of *Triatoma infestans* (Reduviidae: Triatominae) in Bolivia: new discoveries. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2012; 107(8): 1042-1047.
12. Dias JCP, Ramos Jr AN, Gontijo ED, Luquetti A, Shikanai-Yasuda MA, Coura JR, et al. Brazilian Consensus on Chagas Disease. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2015; (2): 3-60.
13. Diotaiuti L, Dias JCP. Ocorrência e biologia do *Rhodnius neglectus* Lent, 1954 em macaubeiras da periferia de Belo Horizonte, Minas Gerais. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1984; 79(3): 293-301.
14. Diotaiuti L, Dias JCP. Estudo comparativo do ciclo evolutivo de *Rhodnius neglectus* alimentados em pombos ou camundongos. *Rev Soc Bras Med Trop.* 1987;20(2): 95-100.
15. EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento metropolitana A/S. A Região Metropolitana de São Paulo. 2019. Disponível em: <https://emplasa.sp.gov.br/RMSP>. Acesso em: 11 de setembro de 2020.
16. Falcone, R. Estudo de populações de *Rhodnius neglectus* e *R. prolixus* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) mantidas em laboratório por meio de marcadores mitocondriais, morfológicos e morfométricos [dissertação]. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2016.
17. Filipim SRB. Ações de educação ambiental para conservação e preservação do Córrego Bela Vista, Piacatu-SP [dissertação]. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014

18. Forattini OP, Ferreira OA, Silva EOR, Rabello EX. Aspectos ecológicos da tripanossomíase americana. XV – Desenvolvimento, variação e permanência de *Triatoma sordida*, *Panstrongylus megistus* e *Rhodnius neglectus* em ecótopos artificiais. Rev Saúde Pública 1979; 13(3):220-234.
19. Galvão C. Vetores da doença de chagas no Brasil [online]. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia; 2014 [acesso em 08 de agosto de 2020]. Disponível em: <http://books.scielo.org>
20. Gonçalves RG, Cuba CAC. Estrutura de populações de *Rhodnius neglectus* Lent e *Psammolestes tertius* Lent & Juberg (Hemiptera: Reduviidae) em ninhos de pássaros (Furnariidae) presentes na palmeira *Mauritia flexuosa* no Distrito Federal, Brasil. Rev Bras Zool. 2007; 24(1):157-163.
21. Google Maps [aplicativo]. Versão 10.58.2. Google LLC; 2020 [acesso em dez 2020]. Disponível para download na Play Store, serviço fornecido pela Google Play.
22. Google Earth. [internet] Página inicial 2020. [acesso em 23 agosto 2020]. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>
23. Guhl F, Pinto N, Aguilera G. Sylvatic triatominae: a new challenge in vector control transmission. Mem. Inst Oswaldo Cruz. 2009; 104(1): 71-75.
24. Guissoni ACP, Silva IG, Geris R, Cunha LC, Silva HHG. Atividade larvívora de *Anacardium occidentale* como alternativa ao controle de *Aedes aegypti* e sua toxicidade em *Rattus norvegicus*. Rev Bras Plantas Med 2013, 15 (3): 363-367.
25. Gurgel-Gonçalves R, Duarte MA, Ramalho ED, Palma ART, Romaña CA, Cuba-Cuba CA. Distribuição espacial de populações de triatomíneos (Hemiptera: Reduviidae) em palmeiras da espécie *Mauritia flexuosa* no Distrito Federal, Brasil. Rev Soc Bras Med Trop. 2004; 37(3): 241-247.
26. Gurgel-Gonçalves R., Júnior GR, Costa Neto EM da. Infestation of palm trees by triatomines (Hemiptera: Reduviidae) in the state of Bahia, Brazil. EntomoBrasilis. 2012; 5(3): 227-231.

27. Junqueira ACV, Gonçalves TCM, Moreira CJC. Manual de capacitação na detecção de *Trypanosoma cruzi* para microscopistas de malária e laboratoristas da rede pública. 2. ed. Rio de Janeiro; 2011.
28. Jurberg J, Rodrigues JM, Moreira FF, Dale C, Cordeiro IR, Valdir Jr D, et al. Atlas iconográfico dos triatomíneos do Brasil (vetores da doença de Chagas). Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz; 2014
29. Lent H, Wygodzinsky PW. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas disease. Bull Am Mus Nat Hist. 1979;163(1):123-520.
30. Mello DA. Biology of Triatominae (Reduviidae, Hemiptera) from north of formosa county (Goiás - Brazil) II. Length of life cycle of *Rhodnius neglectus* Lent, 1954. Rev. Soc Bras Med Trop. 1977; 11(2): 63-66.
31. Mello DA. Roedores, marsupiais e triatomíneos silvestres capturados no município de Mambá-Goiás. Rev Saúde Pública. 1982; 16(5): 282-291.
32. Minaki C, Amorim MCDCT. Características das ilhas de calor em Araçatuba/SP: análise de episódios. Revista Geonorte. 2012; 3(9): 279-294.
33. Minaki C. Qualidade ambiental urbana em Guararapes-SP [dissertação]. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2009
34. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Doença de Chagas aguda e distribuição espacial dos triatomíneos de importância epidemiológica, Brasil 2012 a 2016. Boletim Epidemiológico. 2019; 50:1-10.
35. Ministério da Saúde Brasil [internet]. NT-36.2012 - Orientações sobre vigilância entomológica e a utilização de inseticida de ação residual no controle de triatomíneos – vetores da doença de Chagas. Brasília; 2012 [acesso em 6 set 2020].
36. Ministério da Saúde Brasil [internet]. Secretaria de Vigilância em Saúde. Doença de Chagas: 14 de abril – Dia Mundial; 2020 [acesso em 29 ago 2020]. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>

37. Moreira MD, Picanço MC, Silva ED, Moreno SC, Martins JC. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. Controle alternativo de pragas e doenças. 2006, Viçosa: EPAMIG/CTZM, 89-120.
38. Narahashi T. Neuronal ion channel as the target sites of insecticides. *Pharmacol Toxicol* 1996; 79(1):1-14.
39. Obara MT, Otrera VCG, Gonçalves RG, Santos JP, Santalucia M, Rosa JA, et al. Monitoramento da suscetibilidade de populações de *Triatoma sordida* Stal, 1859 (Hemiptera: Reduviidae) ao inseticida deltametrina, na região centro-oeste do Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2011; 44(2):206-212.
40. Oliveira J, Alevi KCC, Almeida CE, Mendonça VJ, Costa J, Rosa JA. *Triatoma brasiliensis* species complex: characterization of the external female genitalia. *J Vector Ecol.* 2020;45:57-68.
41. Organización Panamericana de la Salud (PAHO). II Reunión técnica latinoamericana de monitoreo de resistencia a insecticidas em triatomíneos vectores de Chagas, OPS. Panamá: PAHO; 2005.
42. Perez de Rosas AR, Segura EL, Garcia BA. Microsatellites analysis of genetic structure in natural *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae) populations from Argentina: its implication in assessing the effectiveness of Chagas disease vector control program. *Mol Ecol* 2007; 16(7):1401-1412.
43. Peron F, Ferreira GCA. Potencial inseticida de extrato de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) no controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*). *Anais Eletrônico VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica.* 2012
44. Pessoa GCD, Dias LS, Diotaiuti L. Deltamethrin pyrethroid susceptibility characterization of *Triatoma sordida* Stal, 1859 (Hemiptera: Reduviidae) populations in the northern region of Minas Gerais, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2014; 47(4):426-429.
45. Pessoa GCD, Vinãs PA, Rosa ACL, Diotaiuti L. History of insecticide resistance of triatominae vectors. *Rev Soc Bras Med Trop* 2015a; 48(4):380-389.

46. Pessoa GCD, Rosa AC, Bedin C, Wilhelms T, Mello F, Coutinho HS, et al. Susceptibility characterization of residual Brazilian populations of *Triatoma infestans* Klug, 1834 (Hemiptera: Reduviidae) to deltamethrin pyrethroid. *Rev Soc Bras Med Trop* 2015b; 48:157-161.
47. Pessoa GCD, Trevizani NAB, Dias LS, Bezerra CM, Melo BV, Diotaiuti L. Toxicological profile of deltamethrin in *Triatoma brasiliensis* (Hemiptera: Reduviidae) in state of Ceará, northeastern Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2015c; 48(1):39-43.
48. Pessoa GCD, Santos TRM, Salazra GC, Dias LS, Mello BV, Ferraz ML, et al. Variability of susceptibility to deltamethrin in peridomestic *Triatoma sordida* from Triângulo Mineiro, state of Minas Gerais, Brazil. *Rev Soc Brass Med Trop* 2015d; 48(4):417-421.
49. Pessoa GCD, Rosa ACL, Cavalari L, Rezende JG, Mello BV, Diotaiuti L. Susceptibility of *Triatoma sordida* Stal, 1859 (Hemiptera: Reduviidae) to alpha-cypermethrin under natural climatic conditions. *Rev Soc Bras Med Trop* 2015e; 48(4):422-426.
50. Pessoa GCD, Silva RA, Alves RV, Costa VM, Cavalcante KRLJ, Diotaiuti L. Fortalecimento da vigilância em saúde no Brasil: Rede de Monitoramento da resistência dos triatomíneos aos inseticidas. *Rev Patol Trop* 2016; 45(4):417-424.
51. Polo Plus [Software]. Versão 2.0. LeOra Software LLC, ANO
52. Ramos-Jr AN, Carvalho DM. Os diferentes significados da certificação conferida ao Brasil como estando livre da doença de Chagas. *Cad. Saúde Pública*. 2001; 17(6): 1403-1412.
53. Rocha e Silva EO, Rodrigues VLCC, Silva RA, Wanderley DMV. Programa de Controle da Doença de Chagas no estado de São Paulo, Brasil: o controle e a vigilância da transmissão vetorial. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2011; 44:74-84
54. Rodrigues VLCC, Pauliquéis-Jr C, Silva RA, Wanderley DMV, Guirardo MM, Rodas LAC, et al. Colonization of palm trees by *Rhodnius neglectus* and household and invasion in an urban area, Araçatuba, São Paulo, Brazil. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 2014; 56(3):213-218.

55. Rodrigues VLCC, Silva RA, Wanderley DMV, Carvalho ME, Pauliquévis-Jr C. Detecção de triatomíneos da espécie *Rhodnius neglectus* em área urbana de municípios da região de Araçatuba. *Bol Epidemiol Paul*, 2009; 6(63):20-23.
56. Salem N, Bachrouch O, Sriti J, Msaada K, Khammassi S, Hammami M, et al. Fumigant and repellent potentials of *Ricinus communis* and *Mentha pulegium* essential oils against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. *International journal of food properties*. 2017; 20(3): S2899-S2913
57. Santos MAT, Areas MA, Reyes FG. Piretróides – uma visão geral. *Alimentos e Nutrição Araraquara* 2007; 18(3):339-349.
58. Silva, LJ. Desbravamento, agricultura e doença: a doença de Chagas no Estado de São Paulo. *Cad Saúde Pública*. 1986; (2): 124-140.
59. Silva RA, Wanderley DMV, Domingos MF, Yasumaro S, Scandar SAS, Pauliquévis-Junior C, et al. Doença de Chagas: notificação de triatomíneos no Estado de São Paulo na década de 1990. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2006; 39(5): 488-494.
60. Silva RA, Barbosa GL, Rodrigues VLCC. Vigilância epidemiológica da doença de Chagas no estado de São Paulo no período de 2010 a 2012. *Epidemiol Serv Saúde*. 2014; 23: 259-267.
61. Silva RA. Relatório de avaliação do *Rhodnius neglectus* em área urbana de municípios da região de Araçatuba. São Paulo: Superintendência de Controle de Endemias; 2018
62. Silva RA, Estevão VAO, Duarte AN, Maria PC. Colonization by *Panstrongylus megistus* (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) in an urban park in the city of São Paulo. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2020; 54:(e03302020).
63. Silva, LJ. Desbravamento, agricultura e doença: a doença de Chagas no Estado de São Paulo. *Cad Saúde Pública*. 1986; (2): 124-140.
64. Sotelo-Leyva C, Salinas-Sánchez DO, Peña-Chora G, Trejo-Loyo AG, González-Cortázar M, Zamilpa A. Insecticidal compounds in *Ricinus communis* L.

(Euphorbiaceae) to control *Melanaphis sacchari* Zehntner (Hemiptera: Aphididae). Florida Entomologist. 2020; 103 (1): 91-95.

65. Sousa Neta MD, Carvalho FAA, Citó AMGL, Barros VC. Extrato de plantas do Cerrado como estratégia de controle de triatomíneos, vetores da doença de Chagas. Universidade Federal do Piauí. [s. d.].

66. Souza Lima VL, Celestino FN, Pratissoli D, Dalvi LP, Carvalho JR, Paes JPP. Atividade inseticida do óleo de mamona sobre *Diaphania nitidalis* (Stoll) (Lepidoptera: Pyralidae). Rev Bras Ciências Agrárias. 2015; 10(3): 347-351

67. SUCEN - Superintendência de Controle de Endemias, 2020. Protocolo para realização de manejo integrado em palmeiras. [acesso em 06 dez 2020]. Disponível em: http://200.144.1.23:8080/chagas/downloads/protocolo_palmeiras.pdf

68. SUCEN - Superintendência de controle de endemias. Laboratório Especializado de Mogi Guaçu: Doença de Chagas [s. d.]. Disponível em http://www.saude.sp.gov.br/resources/sucen/homepage/downloads/arquivos-de-chagas/triatomineos_do_estado_de_sao_paulo.pdf

69. Teixeira ARL, Monteiro OS, Rebelo JM, Arganzar ER, Vieira D, Pires LL et al. Emerging Chagas Disease: Trophic Network and Cycle of Transmission of *Trypanosoma cruzi* from Palm trees in the Amazon. Emerg Infect Dis. 2001;7(1):100-112.

70. Thomazini APBW, Vendramim JD, Lopes MTR. Extratos aquosos de *Trichilia pallida* e a traça-do-tomateiro. Scientia Agricola. 2000; 57: 13-17.

71. Valente VC, Valente SAS, Rodrigues CA, Souza GCR, Noireau F, Lopes CM et al. Estudo preliminar da eficiência de captura de triatomíneos silvestres utilizando armadilhas com fita adesiva em Bragança Pará. Rev Soc Bras Med Trop 2000; 33(Supl 2): 94-5.

72. Vassena C, Picollo M, Zerba E. Insecticide resistance in Brazilian *Triatoma infestans* and Venezuelan *Rhodnius prolixus*. Med Vet Entomol 2000; 14(1):51-5.

73. Vianna EN, Andrade AJ, Dias FBS, Diotaiuti L. The exotic palm *Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F. Cook as a rural biotype for *Rhodnius neglectus* Lent, 1954, in Caçu, State of Goiás. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2014; 47(5): 642-645.
74. Vinhaes MC, Dias JCP. Doença de Chagas no Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2000; 16 (2): S7-S12.
75. World Health Organization. First WHO Report on neglected tropical diseases: working to overcome the global impact of neglected tropical diseases. Geneva: World Health Organization; 2010.
76. World Health Organization. protocolo de evaluación de efecto inseticida sobre triatominos. *Acta Toxicol Argentina* 1994; 2:29-32.
77. Yon C, Balta R, García N, Troyes M, Cumpa H, Valdivia A. Susceptibilidad y resistencia de *Triatoma infestans* y *Panstrongylus herreri* a los insecticidas piretroides, Perú 2001. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.*2004; 21(3):179-182.
78. Zapata MTG, Virgens D, Soares VA, Bosworth A, Mardsen PD. House invasion by secondary triatominae species in Mambaí, Goiás-Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 1985; 18(3):199-201.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – PALMEIRAS ARRUDA BRASIL



Nº 2 - ENTORNO PALMEIRA 4



Nº 1 ENTORNO PALMEIRA 4



Nº 3 - ENTORNO PALMEIRA 4



Nº 4 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 5 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 6 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 7 - ENTORNO PALMEIRAS 5 E 6



Nº 8 - ENTORNO PALMEIRAS 5, 6, E



Nº 9 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 10 - ENTORNO PALMEIRAS 9, 13



Nº 11 - ENTORNO PALMEIRAS 9, 13



Nº 12 - ENTORNO PALMEIRAS 9, 13



Nº 13 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 14 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 15 - ENTORNO PALMEIRAS 13 E 14



Nº 16 - ENTORNO PALMEIRAS 13 E 14



Nº 17 - ENTORNO PALMEIRAS 13 E 14



Nº 35 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 36 - ENTORNO PALMEIRA 35



Nº 40 - ENTORNO PALMEIRA 35



Nº 67 - ENTORNO PALMEIRA 68



Nº 68 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 69 - ENTORNO PALMEIRA 68



Nº 70 - ENTORNO PALMEIRA 68





Nº 77 - ENTORNO PALMEIRA 76



Nº 82 - ENTORNO PALMEIRA 83



Nº 83 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 88 - ENTORNO PALMEIRA 83



Nº 89 - ENTORNO PALMEIRA 83



Nº 133 - ENTORNO PALMEIRA 135



Nº 134 - ENTORNO PALMEIRA 135



Nº 135 - ALTAMENTE INFESTADA



Nº 136 - ENTORNO PALMEIRA 135



Nº 148 – ALTAMENTE INFESTADA

APÊNDICE 2 – PALMEIRAS ALCIDES CHAGAS





Nº 9 – ENTORNO PALMEIRA 12



Nº 10 – ENTORNO PALMEIRA 12



Nº 11 – ENTORNO PALMEIRA 12



Nº 12 – ALTAMENTE INFESTADA

APÊNDICE 3 – PALMEIRAS ESCOLA NILCE MAIA



Nº 2 – ENTORNO PALMEIRA 1



Nº 1 – ALTAMENTE INFESTADA



Nº 3 – ENTORNO PALMEIRA 1



Nº 4 – ENTORNO PALMEIRA 1



Nº 23 – ENTORNO PALMEIRA 1

ANEXOS

ANEXO 1 – COMITÊ DE ÉTICA

INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 07, DE 30 DE ABRIL DE 2015

Institui e normatiza as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, e define, no âmbito do IBAMA, os procedimentos autorizativos para as categorias estabelecidas.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA, nomeado pelo Decreto de 16 de maio de 2012, publicado no Diário Oficial da União de 17 de maio de 2012, no uso das atribuições que lhe conferem o inciso V do art. 22 do Anexo I do Decreto nº 6.099, de 26 de abril de 2007, que aprovou a Estrutura Regimental do IBAMA, publicado no Diário Oficial da União de 27 de abril de 2007, e o inciso VI do art. 111 do Regimento Interno do Ibama, aprovado pela Portaria GM/MMA nº 341, de 31 de agosto de 2011, publicada no Diário Oficial da União de 1º de setembro de 2011,

Considerando o disposto na Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967, na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, na Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, no Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008; Considerando que o recadastramento e a necessidade de registro da situação dos empreendimentos utilizadores de recursos faunísticos é medida essencial para o cumprimento integral dos Acordos de Cooperação Técnicos de repasse da gestão dos recursos faunísticos da esfera federal para a estadual; Considerando os processos administrativos nº 02001.002807/93-66, 02001.005418/2007-11, 02001.005592/2013-02 e 02001.003577/2014-01, RESOLVE:

CAPÍTULO I - DO OBJETO E ABRANGÊNCIA

Art. 1º Instituir e normatizar as categorias de uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro, visando atender às finalidades socioculturais, de pesquisa científica, de conservação, de exposição, de manutenção, de criação, de reprodução, de comercialização, de abate e de beneficiamento de produtos e subprodutos, constantes do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais - CTF.

Art. 3º Ficam estabelecidas exclusivamente as seguintes categorias uso e manejo da fauna silvestre em cativeiro para fins desta Instrução Normativa:

I - centro de triagem de fauna silvestre: empreendimento de pessoa jurídica de direito público ou privado, com finalidade de receber, identificar, marcar, triar, avaliar, recuperar, reabilitar e destinar fauna silvestres provenientes da ação da fiscalização, resgates ou entrega voluntária de particulares, sendo vedada a comercialização;

II - centro de reabilitação da fauna silvestre nativa: empreendimento de pessoa jurídica de direito público ou privado, com finalidade de receber, identificar, marcar, triar, avaliar, recuperar, reabilitar e destinar espécimes da fauna silvestre nativa para fins de reintrodução no ambiente natural, sendo vedada a comercialização;

III - comerciante de animais vivos da fauna silvestre: estabelecimento comercial, de pessoa jurídica, com finalidade de alienar animais da fauna silvestre vivos, sendo vedada a reprodução;

IV - comerciante de partes produtos e subprodutos da fauna silvestre: estabelecimento comercial varejista, de pessoa jurídica, com finalidade de alienar partes, produtos e subprodutos da fauna silvestre;

V - criadouro científico para fins de conservação: empreendimento de pessoa jurídica, ou pessoa física, sem fins lucrativos, vinculado a plano de ação ou de manejo reconhecido, coordenado ou autorizado pelo órgão ambiental competente, com finalidade de criar, recriar, reproduzir e manter espécimes da fauna silvestre nativa em cativeiro para fins de realizar e subsidiar programas de conservação e educação ambiental, sendo vedada a comercialização e exposição;

VI - criadouro científico para fins de pesquisa: empreendimento de pessoa jurídica, vinculada ou pertencente a instituição de ensino ou pesquisa, com finalidade de criar, recriar, reproduzir e manter espécimes da fauna silvestre em cativeiro para fins de realizar ou subsidiar pesquisas científicas, ensino e extensão, sendo vedada a exposição e comercialização a qualquer título;