

ESTUDO POPULACIONAL DO MOSQUITO *Aedes Aegypti* E MEDIDAS DE INTERVENÇÃO EM CAMPO COM USO DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Croton Rhamnifolioides* COM EFEITO DETERRENTE**POPULATION STUDY OF THE *Aedes Aegypti* MOSQUITO AND MEASURES OF INTERVENTION IN THE FIELD WITH USE OF ESSENTIAL OIL OF *Croton Rhamnifolioides* WITH DETERRENT EFFECT**

SALES, Juliana B. R.^{1*}; OLIVEIRA, Eduardo J. A.¹; NAVARRO, Daniela M. A. F.²; AMORIM, Liliane B.³; RODRIGUES, Sofia S. F. Brandão¹.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE

² Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - Departamento de Química Fundamental

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA

* Autor correspondente
e-mail: julianaabraz@gmail.com

Received 08 June 2019; received in revised form 11 August 2019; accepted 12 August 2019

RESUMO

O controle do mosquito a partir de larvicidas tem sido a forma mais utilizada na prevenção de doenças, no entanto, populações de *Aedes* spp. se tornaram resistentes a estes compostos, exigindo formas de controle mais eficientes e menos agressivas ao ambiente. O objetivo deste trabalho foi realizar estudo populacional do mosquito e testar a eficiência em campo do óleo essencial de *Croton rhamnifolioides* como deterrente de oviposição em 30 armadilhas instaladas no cemitério da Várzea-Recife. As armadilhas foram divididas ao acaso em dois grupos, sendo utilizadas 15 armadilhas teste contendo óleo essencial e outras 15 para controle. O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação com teor variando de 0,58% a 1,4 % (w/w) e seus constituintes químicos identificados por cromatografia gasosa, apresentando 1,8-cineol (16,57%) e (E)-Caryophyllene (11,32 %), como componentes majoritários. O teste de deterrência foi repetido 25 vezes, num período de 12 meses. O óleo foi utilizado numa concentração de 100 µg·mL⁻¹. A resposta de deterrência à oviposição foi avaliada através da contagem e comparação do número de ovos postos em cada grupo de armadilhas. Como resultados, 110.157 ovos foram coletados, apresentando índice de infestação de 99,8%. Das 2.964 larvas analisadas, 96% foram de *A. aegypti* e apenas 4% de *A. albopictus*. O efeito deterrente de oviposição foi observado em 17 (68%) dos 25 ciclos analisados, tendo as ovitrampas com óleo apresentado uma quantidade de ovos 39% menor que o número encontrado nas ovitrampas controle. O teste T-student mostrou diferença significativa entre ovitrampas teste e controle (p<0,002). Concluiu-se que o cemitério da Várzea apresenta alto índice de infestação de *Aedes* spp. e que a emulsão de óleo essencial testada teve poder de dissuasão, apesar das condições adversas em campo e da volatilidade do óleo essencial. Recomenda-se, ainda assim, estudos adicionais visando potencializar seu poder deterrente.

Palavras-chave: Ovitrampas, Mosquitos Vetores, Inseticidas

ABSTRACT

The control of the mosquito from larvicides has been the most used form in the prevention of diseases, however, populations of *Aedes* spp. have become resistant to these compounds, requiring more efficient and less aggressive forms of control to the environment. The objective of this work was to carry out a mosquito population study and to test the efficiency in *Croton rhamnifolioides* essential oil field as an oviposition deterrent in 30 traps installed in the Várzea-Recife cemetery. The traps were randomly divided into two groups, using 15 test traps containing essential oil and another 15 for control. The essential oil was obtained by hydrodistillation with a content varying from 0.58% to 1.4% (w/w) and its chemical constituents identified by gas chromatography coupled with mass spectrometry, presenting 1,8-cineol (16.57%) and (E) -Caryophyllene (11.32%) as major constituents. The test of deterrence was repeated 25 times over a period of 12 months. The oil was used at a concentration of 100 µg · mL⁻¹. The detergency response to oviposition was evaluated by counting and comparing the number of eggs placed in each set of traps. As results, 110,157 eggs were collected, presenting

an infestation index of 99.8%. Of the 2,964 larvae analyzed, 96% were *A. aegypti* and only 4% *A. albopictus*. The oviposition delayed effect was observed in 17 (68%) of the 25 analyzed cycles, with ovitraps with oil showing a quantity of eggs 39% smaller than the number found in the control ovitrampas. The T-student test showed significant difference between test and control ovitrampas ($p < 0.002$). It was concluded that the Várzea cemetery had a high rate of infestation of *Aedes* spp. and that the essential oil emulsion tested had deterrent power, despite the adverse conditions encountered in the field and the volatility of essential oil. It is recommended, however, additional studies aiming at enhancing its deterrent oviposition power in the field.

Keywords: Ovitrap, Mosquito Vectors, Natural Insecticides

1. INTRODUÇÃO

O mosquito *Aedes aegypti* (Díptera: culicidae) apresenta grande importância médica frente às doenças epidemiológicas transmitidas por arbovírus. Está ligado à transmissão de vírus da família Flaviviridae, responsável por grande parte das doenças negligenciadas como a dengue, febre amarela, chikungunya, zika vírus e mais outras dezenas de doenças febris ((BRAGA e VALLE, 2007^a, DONALISIO, et al., 2017).

Em termos de morbidade e mortalidade, a Dengue e o Zika vírus são consideradas atualmente, as mais importantes doenças virais em humanos transmitidas por mosquitos (ARAÚJO, et al., 2016; ARAUJO, et al., 2016).

Segundo o Ministério da Saúde do Brasil, foram registrados durante o primeiro semestre de 2016, mais de 1.7 milhões de casos prováveis de dengue e 174 mil casos suspeitos de Zika vírus (BRASIL, 2016^a). Até a última semana de agosto de 2016, foram registrados mais de 9 mil casos suspeitos de microcefalia (BRASIL, 2016b). No mesmo período, o Estado de Pernambuco registrou 2.104 casos suspeitos de microcefalia, ficando em primeiro lugar do ranque do informe epidemiológico de monitoramento dos casos de microcefalia no Brasil (BRASIL, 2016^{a, b}).

O mosquito *A. aegypti* inicia a sua primeira fase de vida em ambiente aquático, onde as fêmeas depositam seus ovos que se desenvolvem em quatro estágios larvais, pupa e finalmente, a fase adulta (CONSOLI e LOURENÇO-OLIVEIRA, 1994). Os insetos adultos, em geral, se alimentam de seiva vegetal. As fêmeas, no entanto, realizam também a hematofagia, necessária para o desenvolvimento dos ovos (FORATTINI, 2002). Em função desse hábito hematofágico, as fêmeas são capazes de adquirir agentes etiológicos de doenças e transmiti-los de um hospedeiro para outro, sendo esta a via de contaminação que relaciona a relevância deste vetor aos estudos de a saúde (SIRIYASATIEN et al., 2010).

O controle das infecções ocasionadas

pelo *A. aegypti* tem sido um dos maiores desafios para saúde pública no Brasil e no mundo. A vacina representa uma abordagem promissora para reduzir as infecções (THOMAS e ROTHMAN, 2015), no entanto, ainda não foram desenvolvidas vacinas para todas as doenças transmitidas pelo vetor e, as existentes, não estão acessíveis a todas as populações (CHIARELLA, 2016; PRECIOSO et al., 2015), portanto, as medidas de controle vetorial ainda configuram as melhores ferramentas para a prevenção de infecções (BRAGA e VALLE et al., 2007^b).

Os inseticidas ainda são importantes ferramentas no controle vetorial do mosquito, porém a estratégia encontra-se ameaçada pelo desenvolvimento de populações resistentes aos inseticidas piretróides e organofosforados (MELO-SANTOS et al., 2010; VALLE et al., 2015) e pelo impacto que causam ao meio ambiente e à saúde humana (GUILHERMINO, 2016). A resistência pode se disseminar nas populações de insetos que adquirem habilidade de sobreviver a doses de compostos tóxicos que seriam letais para a maioria dos indivíduos suscetíveis da mesma espécie (AMORIM, 2013; PAIVA, 2016).

Estes fatores apontam para a necessidade de se desenvolver novos produtos ambientalmente seguros, de baixo ou nenhum impacto para a saúde humana e para os ecossistemas como controle biológico (NAVARRO et al., 2012; BARBOSA et al., 2017), o uso de controle mecânico através de armadilhas como ovitrampas e larvitrampas (MELO SANTOS, 2008) e a utilização de produtos de origem biológica como os óleos essenciais (OEs), constituem importante alternativa de combate ao vetor (GUILHERMINO, 2016).

Óleo essencial é uma mistura de substâncias de volatilidade variável, originado do metabolismo secundário das plantas. São recursos naturais renováveis e fonte alternativa de matérias-primas com grandes possibilidades

de uso no controle de pragas agrícolas (DUBEY et al., 2010) e de vetores transmissores de doenças, podendo ser aplicado com atividade inseticida, larvicida e deterrente ou repelente (SOONWERA; PHASOMKUSOLSIL, 2017). Ensaio com larvicidas de origem biológica, em alternativa aos químicos, têm apresentado eficiência no controle do mosquito (AGUIAR, 2015; NAVARRO et al., 2012; ZGHAL et al., 2018).

Deterrência de insetos às plantas é um dos mecanismos de defesa contra herbivoria e pragas. Substâncias deterrentes voláteis impedem que o inseto continue a ovipositar num determinado local (LARA, 1991, SILVA, J. P. G. F. 2012). Na deterrência de oviposição de *A. aegypti*, a seleção por locais adequados é guiada pela presença de um elemento de dissuasão no recipiente de água, podendo resultar na colocação de poucos, ou nenhum ovo no local (SANTOS et al., 2014).

O gênero *Croton* é um dos maiores dentro a família Euphorbiaceae (TORRES, 2009; OLIVEIRA et al., 2014). Além da conhecida importância econômica de alguns dos seus representantes o gênero tem sido utilizado na medicina tradicional para o tratamento de várias enfermidades (SANTOS, 2013, RANDAU et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2014).

As folhas de *Croton rhamnifolioides* possuem os metabólitos secundários alcalóides, terpenóides, esteróides, taninos e flavonóides e apresentam relevância na medicina, inclusive como agente antibacteriano (COSTA et al., 2013) e acaricida (SILVESTRE et al., 2008). O óleo essencial de *C. rhamnifolioides* pode encontrar aplicação no controle de *A. aegypti* uma vez que exerce ação letal às larvas do mosquito antes de se tornarem adultos (SANTOS et al., 2014).

Assim, o presente trabalho trata de um estudo de campo com novas alternativas de controle de vetores de arboviroses de emergência epidemiológica com objetivo de avaliar a densidade populacional de *Aedes* spp. e a eficiência do óleo essencial como efeito deterrente em campo, como alternativa de controle do mosquito.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho aborda um estudo populacional do mosquito *Aedes aegypti* e teste em campo da ação deterrente do óleo essencial de *Croton rhamnifolioides* para o controle desses

vetores. O local de estudo foi o cemitério da Várzea em Recife, Pernambuco. A pesquisa foi aprovada pelo CEP da FUNDAJ, com Parecer nº 2.644.364.

2.1. Instrumento de coleta e contagem de amostras populacionais de *Aedes aegypti*

Foram utilizadas armadilhas de oviposição denominadas ovitrampas, confeccionadas e fornecidas pelo Centro de Vigilância Ambiental do Recife – CVA (Figura 1). As ovitrampas foram preenchidas com 500mL de água e tratadas com o larvicida Bti, garantindo o tempo de permanência da armadilha em campo (DEPOLI et al., 2016; MELO SANTOS, 2008). Como substrato para deposição dos ovos, foi utilizada palheta de fibra de madeira porosa, fixada à borda de cada recipiente e retirada para contagem a cada repetição.

Foram monitoradas 30 armadilhas, distribuídas estrategicamente em 20 quadras, que totalizaram 750 palhetas instaladas. O estudo teve início no dia 02 de março de 2017 e término no dia 28 de fevereiro de 2018 com 25 repetições em intervalos de 15 dias.

As palhetas foram acondicionadas individualmente para secagem à temperatura ambiente e posterior observação e contagem individual, ovo a ovo, em microscópio estereoscópico, seguindo metodologia de MELO-SANTOS (2008) e orientações do CVA.

2.2. Extração do óleo essencial de *Croton rhamnifolioides*

Partes aéreas da planta foram coletadas na região sertaneja do estado de Pernambuco. A identificação botânica foi realizada no Herbário Sérgio Tavares do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com número de tombamento 49855.

As extrações foram realizadas por hidrodestilação em sistema de Clevenger adaptado a um balão de fundo redondo contendo água destilada e amostras de folhas trituradas. O óleo essencial foi extraído por 2h, usando a técnica de arraste de vapor. Foi seco em sulfato de sódio anidro e acondicionado em frasco de vidro âmbar, sendo mantido sob refrigeração até o momento da utilização (SANTOS et al., 2015). A quantificação e identificação dos constituintes químicos do óleo foi realizada por um cromatógrafo a gás GC HP5890 Series II com detector de ionização de chamas e uma coluna capilar Ultra 1 (25mx0,32mmx0,52µm) e um

cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massas Finnigan GCQ Mat tipo quadrupolo-ion trap, 70 eV de energia de ionização e Coluna capilar DB5 (25mx32mmx0,52µm), respectivamente, utilizando programação dos aparelhos conforme trabalhos prévios (Santos et al., 2014, Santos et al., 2015).

2.3. Determinação dos Índices entomológicos

Os Índices entomológicos foram baseados no percentual de ovitrampas positivas estimadas a partir da contagem dos ovos. O Índice de Positividade de Ovitrapas (IPO), que corresponde ao percentual de armadilhas positivas do total de armadilhas investigadas. O Índice de Densidade de Ovos (IDO), corresponde à média de ovos coletados nas armadilhas positivas e o número médio de ovos por ovitrampa (NMO), calculado considerando o total de ovos coletados dividido pelo total de armadilhas utilizadas.

O primeiro índice permitiu conhecer a distribuição espacial da infestação, enquanto que os IDO e NMO permitiram identificar a intensidade da infestação nas subáreas ou quadras do Cemitério da Várzea (MELO-SANTOS, 2008; SILVA, 2009).

2.4. Identificação das espécies de *Aedes* spp.

Para estimar a abundância e frequência relativa das espécies de *Aedes* spp. na área de estudo, ovos com opérculo inteiro foram submetidos a eclosão em recipientes plásticos contendo água de abastecimento público, mantidos por 3 dias com temperatura entre 25°C e 27°C. As larvas foram alimentadas com ração para gatos e a identificação da espécie foi realizada com base nos caracteres morfológicos do 8º segmento abdominal, de acordo com a chave de classificação descrita em Consoli e Lourenço-Oliveira (1994).

2.5. Avaliação da ação deterrente

As 30 armadilhas foram distribuídas em 2 grupos, selecionados ao acaso. Um grupo com 15 ovitrampas contendo 500 mL de água e o larvicida Bti (grupo controle), e outro grupo com outras 15 ovitrampas testes, contendo além da água e Bti, a emulsão aquosa de 100µg·mL⁻¹ do óleo essencial de *Croton rhamnifolioides*.

As emulsões contendo óleo essencial foram preparadas na concentração de 100µg·mL⁻¹. O óleo foi dissolvido em 3,5 mL de

etanol para cada ovitrampa teste e adicionados no momento da instalação da armadilha, conforme Santos, et al., 2014.

A resposta de oviposição foi determinada a partir do número de ovos postos em cada uma das ovitrampas de cada grupo, com um total de 25 repetições.

2.6. Análise estatística

A normalidade dos dados foi testada através do método de Shapiro Wilk e alteradas, quando necessário, através de logaritimização das variáveis. Foi utilizado teste Anova para avaliar infestação (MELO-SANTOS, 2008) por área do cemitério da Várzea. O Coeficiente de Spearman, foi testado para avaliar a correlação dos dados das ovitrampas com e sem óleo, nas diferentes condições climáticas. A análise da média de ovos nas diferentes estações foi testada através do teste Mann-Whitney, conforme Silva (2009). E teste-t de Student, no qual, valores de p <0,05 foram considerados para representar diferenças significativas entre os valores médios de cada grupo - controle e teste (SILVA, P. C. B., 2012; SANTOS, 2014, BARROS et al., 2015). Os softwares estatísticos utilizados foram Excel, PAST versão 5.5 e SPSS GNU versão 0.10.2.

2.7. Coleta de dados climatológicos do Recife

As Informações sobre a temperatura, precipitação, insolação, evaporação e umidade relativa do ar para a cidade do Recife foram coletados no 3º Distrito de Meteorologia, Estação do Curado-PE, localizado próximo ao cemitério da Várzea e fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através do site e e-mail.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

3.1. Monitoramento das ovitrampas com contagem de ovos, análise de densidade populacional e índice de positividade das armadilhas

No período de estudo foram coletados 110.157 ovos de *Aedes* spp. nas 721 palhetas recolhidas das armadilhas do cemitério da Várzea. O número médio de ovos por ovitrampa foi de 152,8 com variação entre 30 e 325,4 ovos por ovitrampa/ciclo. O Índice de Infestação, baseado no IPO, teve média 99,8% e apenas 4 armadilhas negativas para oviposição. Tauil, (2002) já apontava os cemitérios como locais de foco de mosquitos vetores em função dos

potenciais criadouros artificiais disponíveis nesses locais, que em via de regra, são componentes obrigatórios da paisagem urbana ao redor do mundo. Vezzani (2007) apontou, em seus estudos, 30 diferentes pesquisas com culicídeos vetores em cemitérios, e todos com resultados positivos para infestação.

A análise de variância (ANOVA) dos valores referentes a contagem de ovos indicou níveis de infestação significativamente diferentes entre as quadras do cemitério ($p=1,339E-41$), sendo o quarteirão 15 a área com o maior total de ovos e o quarteirão 13 com maior média de ovos por ovitrampa/mês, quando comparados aos demais quarteirões (Figura 2), conforme demonstrou o teste Tukey.

O teste de Mann-Whitney mostrou que nas estações definidas como chuvosa e seca, o período chuvoso teve efeito estatisticamente significativo sobre os níveis de infestação nas armadilhas ($u=34$ e $p=0,01998$) por ciclo, diferentemente dos resultados de Silva (2009), onde o mesmo teste não confirmou a relação das chuvas com crescimento populacional de *Aedes* spp. nos locais estudados.

3.2. Identificação de espécies *Aedes* spp. circulantes no cemitério da Várzea

Apenas 31.249 ovos estavam operculados ou viáveis para eclosão em laboratório. Deste total, 21 mil larvas eclodiram e 2.964 larvas foram analisadas ao acaso durante os 12 meses de estudo. Apenas duas espécies de *Aedes* spp. foram identificadas no estudo, sendo *A. aegypti* a de maior representatividade com 2.845 larvas (96%) e *A. albopictus* com 119 larvas (4%). *A. aegypti* foi predominante em todos os ciclos e quarteirões, enquanto que *A. albopictus* esteve presente em apenas 17 dos 25 ciclos analisados.

Nos estudos de Silva (2009), *A. aegypti* também se mostrou mais suscetível (95%) em todos os quarteirões dos três bairros analisados no município de Olinda, Pernambuco. Passos et al. (2003), observaram que em regiões ou recipientes onde há a dominância de uma espécie, não ocorre o surgimento da outra. Em seus levantamentos, observaram que das 10.171 pesquisas analisadas, apenas 0,01 registrou presença de ambas as espécies.

Já na pesquisa de Melo-Santos (2008), 60% das larvas provenientes de armadilhas de bairros da cidade do Recife foram de *A. aegypti*, tendo representatividade a espécie de *A. albopictus* apenas nos bairros com expressiva

cobertura vegetal. Oliveira e Maleck (2014) também identificaram predominância de imaturos de *A. albopictus* na cidade de Vassouras – RJ, nas mesmas condições de abundante de vegetação. Estes resultados fortalecem a importância do levantamento da dípterofauna para melhores medidas de controle do vetor e consequentemente das doenças.

3.3. Extração e identificação do óleo essencial

Como resultado das extrações, foi obtido um volume de óleo essencial que representou um teor variando de 0,58% a 1,4 % (w/w). As variações nos teores de óleo essencial podem ser justificadas por diversas variáveis, como por exemplo, o horário de coleta da amostra, a idade da planta, as condições climáticas entre outros parâmetros, uma vez que esses fatores influenciarão tanto o teor de óleo essencial como a composição química deste (KERROLA, 1994; SILVA, 2004).

A técnica de extração do óleo essencial escolhida fornece uma mistura de substâncias voláteis e também de natureza hidrofóbica (VALENTIM, 2018). Os resultados das análises cromatográficas estão de acordo com trabalhos prévios de nossa equipe (Santos et al., 2014) e apresentaram como principais componentes do óleo eucalyptol (1,8-cineol) (16,57%), (E)-caryophyllene (11,32 %), α -felandreno (5,52%) e espatulenol (5,35%).

3.4. Avaliação da ação deterrente de oviposição do óleo essencial de *C. rhamnifolioides*

O efeito deterrente de oviposição foi observado em 17 (68%) das 25 ciclos analisados, correspondente aos ciclos de 01 a 09 (março a junho de 2017), ciclo 11 (julho de 2017), ciclo 15 (setembro 2017), ciclo 17 a 19 (Outubro a Novembro de 2017), ciclo 21 (dezembro 2017) e ciclos 22 e 24 (janeiro e fevereiro de 2018, respectivamente) conforme apresentado na Figura 3. Nestes 17 ciclos ou repetições, a quantidade de ovos das palhetas das ovitrampas com óleo foi 39% menor que a quantidade de ovos encontrada nas ovitrampas controle, mesmo em condições adversas de campo. Os dados de contagem de ovos permitiu identificar que a média de ovos dessas 17 repetições nas ovitrampas testes foi 1.748, enquanto que nas ovitrampas controle, a média de ovos foi de 2.878.

Dos 17 ciclos/repetições que apresentaram ação deterrente de oviposição do óleo essencial de *C. rhamnifolioides*, os 9 (nove)

primeiros se destacaram com diferença significativa no número de ovos (50% a 69% menos ovos) quando comparados às ovitrampas controle.

Embora 8 (oito) dos 25 (vinte e cinco) ciclos tenham apresentado número maior de ovos nas ovitrampas Teste, a Tabela 1 mostra que o número total de ovos foi maior no montante das armadilhas controle, totalizando 62.054 ovos (56%), enquanto que nas armadilhas contendo emulsão de óleo essencial, o total de ovos foi de 48.013 (44%), com quantidades menores quando comparadas às ovitrampas controle (<29%). A figura 4 apresenta a distribuição de ovos por tipo de armadilha.

A análise T-student mostrou diferença significativa para as médias ($p < 0,002$), corroborando com os resultados do bioensaio realizado por Santos et al. (2014), que demonstraram o poder dissuasivo do óleo da mesma planta em 8 repetições, com concentrações entre de 50 e 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ e quantidades significativamente menores de ovos (<50%) nos recipientes testes, quando comparados ao controle, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$ e $p < 0,05$). Silva et al. (2015) também testaram efeito deterrente de componentes de óleo essencial de plantas (*Commiphora leptophloeos*) e obtiveram resultados estatisticamente significativos entre $p < 0,001$ a $p < 0,04$ para concentrações que variaram entre 10 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ a 100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Na presente pesquisa, percebeu-se que, em campo, o poder dissuasivo do óleo na mesma concentração (100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) utilizada no bioensaio realizado por Santos et al. (2014), variou de acordo com o período sazonal, porém, não foi observada correlação para as variáveis climatológicas e dados de oviposição por tipo de ovitrampa, conforme mostra Figura 5. Adicionalmente, a análise estatística de correlação apresentou um valor de $r=0,176$ para evaporação; $r=0,093$ para precipitação; $r=0,088$ para umidade relativa do ar e $r=0,072$ para temperatura.

Martianasari e Hamid (2019) afirmam que a seleção de local apropriado para oviposição, pelas fêmeas do mosquito, inclui sensibilidade visual e olfativa e que o efeito do óleo essencial na água é semelhante ao efeito repelente da aplicação tópica de uma substância para evitar a picada do inseto.

Alguns autores têm contribuído com estudos sobre a ação de deterrência de oviposição dos óleos essenciais de plantas e

seus compostos, apresentando resultados positivos para deterrência como ocorreu nas pesquisas de Soonwera e Phasomkusolsil (2017), que testaram o óleo essencial de *Z. limonella* na Tailândia, obtendo resultados de quase 100% de diferença de oviposição, entre recipientes teste e controle. Estudos realizados por Santos et al. (2017) mostraram 50% de poder dissuasivo para o óleo volátil da semente de *Syagrus coronata*, em relação ao controle.

O teste de Mann-Whitney demonstrou que na estação chuvosa, as ovitrampas teste e controle apresentaram diferença estatisticamente significativa ($u=20$ e $p=0,0086$), porém, não diferiram estatisticamente no período seco ($u=97$ $p=0,98167$). Esse resultado pode ter ocorrido em função da baixa oferta de criadouros nos períodos secos, o que diminuiu a competitividade das armadilhas teste e controle, como explica Melo-Santos (2008) em sua análise sobre estratégias de controle de *Aedes aegypti*.

4. CONCLUSÕES:

O estudo apresentou resultados positivos para infestação de *Aedes* spp. em todo período, fortalecendo a relevância dos trabalhos de monitoramento e controle realizados pela Prefeitura do Recife.

Nos testes de deterrência, apesar de o óleo essencial não ter apresentado eficiência similar em todos os ciclos analisados, o estudo aponta que este óleo pode ser utilizado como alternativa para uso em armadilhas sentinelas, em jardins de residências e outras edificações, além do uso em locais com alto nível de infestação, como os cemitérios. Sugere-se, no entanto, o uso de métodos como encapsulamento do óleo essencial, como alternativa para prolongar o seu tempo de permanência nas ovitrampas em campo. O presente estudo representou um avanço, no sentido de testar a ação deterrente de oviposição do óleo essencial de *C. rhamnifolioides*, em campo considerando as condições ambientais adversas e a volatilidade do óleo essencial.

5. AGRADECIMENTOS:

Agradecimentos ao Centro de Vigilância Ambiental da Secretaria de Saúde da Prefeitura do Recife, à Gerência do Cemitério da Várzea, Prefeitura do Recife e à equipe do LabGeo, IFPE, Campus Recife.

6. REFERÊNCIAS:

1. AGUIAR, R. W. Souza et al. Insecticidal and Repellent Activity of *Siparuna guianensis* Aubl. (Negramina) against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. Plos one, v.10, n.2, p.1-14, **2015**.
2. AMORIM, L. B. et al. Susceptibility status of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) populations to the chemical insecticide temephos in Pernambuco, Brazil. Pest Management Science, v.4, p.1307-1314, **2013**.
3. ARAÚJO, V. E. M. et al. Aumento da carga de dengue no Brasil e unidades federadas, 2000 e 2015: Análise do Global Burden of Disease Study 2015. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 20, p. 205-216, **2017**.
4. ARAUJO, L. M. et al. Guillain-Barré Syndrome associated with the Zika virus outbreak in Brazil. Arquivos de Neuropsiquiatria, v.74, n.3, p.253-255, **2016**.
5. BARBOSA, I. R. et al. Identificação de áreas prioritárias para a vigilância e controle de dengue e outras arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti* no município de Natal-RN: relato de experiência. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v.26, n.3, p.629-638, **2017**.
6. BARROS, Maria. E. S. B. et al. Effects of α,β -unsaturated lactones on larval survival and gut trypsin as well as oviposition response of *Aedes aegypti*. Experimental Parasitology, v.156, p.37-41, **2015**. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.exppara.2015.05.017>>. Acesso em: Jun. 2018.
7. BESERRA, E. B. et al. Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). Neotropical Entomology, v.39, n.6, p.1016-1023, **2010**.
8. BRAGA, I. A. et al. Comparação entre pesquisa larvária e armadilha de oviposição, para detecção de *Aedes aegypti*. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.33, n.4, p.347-353, **2000**.
9. BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v.16, n.2, p.113-118, **2007^a**.
10. BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. Epidemiologia e Serviço de Saúde, Brasília, v.16, n.4, p.279-293. **2007^b**.
11. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Brasília, DF, **2002**. 32 p. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pncd_2002.pdf>. Acessado em: 05 Jul. de 2016.
12. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico Semanal. Semana 27, v. 47, n. 31, **2016^a**. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/agosto/10/2016-026-2-.pdf>. Acesso em: 18 de set. 2016.
13. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, COES – Microcefalia. Informe Epidemiológico: Monitoramento dos casos de microcefalia no Brasil. Semana 33/2016. nº 40. **2016^b**. Disponível em: http://combateaedes.saude.gov.br/images/sala-de-situacao/informe_microcefalia_epidemiologico40.pdf. Acesso em: 18 de set. 2016.
14. CHIARELLA, J. M. Vacina da dengue: um desafio nacional. Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, v.18, n.2, p.123-124, **2016**.
15. CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R.L. Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz. **1994**. 228p.
16. COSTA, A. C. V. et al. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of a *Croton rhamnifolioides* leaves Pax e Hoffm. Revista Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.34, n.6, p.2853-2864, **2013**.
17. DEPOLI, P. A. C. et al. Eficácia de Ovitampas com Diferentes Atrativos na Vigilância e Controle de *Aedes*. EntomoBrasilis, v.9, n.1, p.51-54, **2016**.
18. DONALISIO, M. R. et al. Arboviruses emerging in Brazil: challenges for clinic and implications for public health. Revista

- de Saúde Pública, v.51, n.30, p.1-6, **2017**.
19. DUBEY, N. K. et al.; Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture. *Commentary Current Science*, v.98, n.4, p.479-450, **2010**.
 20. FORATTINI, O. P. *Culicidologia Médica: Identificação, Biologia e Epidemiologia*. 2. ed. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. **2002**. 253p.
 21. GUILHERMINO, J. F. et al. A Ciência no uso de produtos naturais para controle do vetor do vírus Zika (ZIKV). *Revista Fitos*, v.10, n.1, p.8-12, **2016**.
 22. KERROLA, K.; GALAMBOSI, B.; KALLIO, H. Volatile Components and Odor Intensity of Four Phenotypes of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 42, p. 775-781, **1994**.
 23. LARA, F. M. *Princípios de resistência de plantas a insetos*. São Paulo: Ícone. **1991**. 336p.
 24. MARTIANASARI, R.; Hamid, P. H. Larvicidal, adulticidal, and oviposition-deterrent activity of Piper beetle L. essential oil to *Aedes aegypti*. *Veterinary World*, v. 12, p. 397-371, **2019**.
 25. MELO-SANTOS, Maria A. V.; Tese de Doutorado em Saúde Pública, Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2008.
 26. MELO-SANTOS, M. A. V. et al. Resistance to the organophosphate temephos: Mechanisms, evolution and reversion in an *Aedes aegypti* laboratory strain from Brazil. *Acta Tropica*, v.113, n.2, p.180-189, **2010**.
 27. NAVARRO, D. M. A. F. et al. Larvicidal activity of plant and algae extracts, essential oils and isolated chemical constituents against *Aedes aegypti*. *The Natural Products Journal*, v.3, p.268-291, **2012**.
 28. OLIVEIRA, A. A.; MALECK, M. Ovitampas para Avaliação da Presença de *Aedes aegypti* (Linnaeus) e *Aedes albopictus* (Skuse) no Município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro. *EntomoBrasilis*, v.7, n.1, p.52-57. **2014**.
 29. OLIVEIRA, G. P. et al. Atividade larvicida do extrato etanólico da raiz de *Croton linearifolius* sobre *Aedes aegypti*. *Enciclopédia Biosfera*, v.10, n.18, **2014**.
 30. PAIVA, M. H. S. et al. Identification of a major quantitative trait locus determining resistance to the organophosphate temephos in the Dengue vector mosquito *Aedes aegypti*. *Genomics*, v.107, n.1, p.40-48, **2016**.
 31. PASSOS, R. A. et al. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. *Rev. Saúde Pública* [online]. **2003**, v. 37, n. 6, p.729-734. ISSN 0034-8910. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102003000600007>.
 32. PRECIOSO, A. R. et al. Clinical evaluation strategies for a live attenuated tetravalent dengue vaccine. *Vaccine*, v.33, n.50, p.7121-7125, **2015**.
 33. RANDAU, K. P. et al. Estudo farmacognóstico de *Croton rhamnifolius* H.B.K. e *Croton rhamnifolioides* Pax e Hoffm. (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.14, n.2, p.89-96, **2004**.
 34. SANTOS, G. K. et al. Effects of *Croton rhamnifolioides* Essential Oil on *Aedes aegypti* Oviposition, Larval Toxicity and Trypsin Activity. *Molecules*, v.19, n.10, **2014**.
 35. SANTOS, L. M. L. et al. Avaliação do potencial alelopático de *Croton blanchetianus* Baill e *Croton rhamnifolioides* Pax e K. Hoffm. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. *Biofar: Revista de Biologia e Farmácia*, v.9, n.1, p.27-35. **2013**.
 36. SANTOS, A. G. S. et al. Plantas medicinais comercializadas em mercados públicos na região metropolitana do Recife – PE: influência do modo de conservação na composição química do óleo essencial. *Revista HOLOS*, v.1, p.36-48, **2015**.
 37. SANTOS, L. M. M. et al. Fatty acid-rich volatile oil from *Syagrus coronata* seeds has larvicidal and oviposition-deterrent activities against *Aedes aegypti*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v.100, p.35-40. **2017**.
 38. SILVA, H. H. G, SILVA, I. G, SANTOS, R. M. G, FILHO, E. R, ELIAS, C. N. Atividade larvicida de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. Hil.

- (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Revista Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 37, p. 396-399, **2004**.
39. SILVA, J. P. G. F. et al. Repelência e deterrência na oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B pelo uso de extratos vegetais em *Cucurbita pepo* L. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais [online], v.14. n.1, **2012**. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722012000100011&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso: jun. 2018.
40. SILVA, É. V. G.; Dissertação de Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, 2009.
41. SILVA, R. C. S. et al. (E)-Caryophyllene and α -Humulene: *Aedes aegypti* Oviposition Deterrents Elucidated by Gas Chromatography-Electrophysiological Assay of *Commiphora leptophloeos* Leaf Oil. Plosone; v.10, n.12, **2015**.
42. SIRIYASATIEN, P. et al. Identification of Blood Meal of Field Caught *Aedes aegypti* (L.) by multiplex PCR. The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health, v.41, n.1, p.43-47, **2010**.
43. SILVESTRE, R. G. et al. Atividade Acaricida do Óleo Essencial de Espécies do Gênero *Croton* (Euphorbiaceae). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 31., 2008, São Paulo. Anais eletrônicos. São Paulo. **2008**. Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cdrom/31ra/resumos/T0224-1.pdf>. Acessado em: jun. 2016.
44. SOONWERA, M.; PHASOMKUSOLSIL, S. Adulticidal, larvicidal, pupicidal and oviposition deterrent activities of essential oil from *Zanthoxylum limonella* Alston (Rutaceae) against *Aedes aegypti* (L.) and *Culex quinquefasciatus* (Say). Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, v.7, n.11, p.967-978, **2017**.
45. SOUSA, T. P. et al. Utilização de plantas como repelentes e inseticidas naturais: Alternativa de produção orgânica e sustentável na agricultura familiar. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.9, n.4, p.05-07, **2014**.
46. TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle da dengue no Brasil. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.18, n.3, p.867-871, 2002.
47. THOMAS S. J.; ROTHMAN, A.L. Trials and tribulations on the path to developing a dengue vaccine. Vaccine, v.33, n.4, p.24-31, **2015**.
48. TORRES, D. S. C.; Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Feira de Santana. Bahia, 2009.
49. VALLE, D; et al. Dengue: Teorias e práticas. Rio de Janeiro: Editora Fundação Oswaldo Cruz. **2015**, 458p.
50. VALENTIM, J. A.; SOARES, E. C. Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor: Um Kit Experimental para o Ensino de Química. Química Nova na Escola, v. 40, n.4, p. 297-301, **2018**.
51. VEZZANI, D. Los mosquitos que se reproducen en contenedores artificiales y los cementerios: una pareja perfecta. Tropical Medicine e International Health, v.12, n.2, p.299-313, **2007**.
52. ZGHAL, R. Z. et al. Optimization of bio-insecticide production by Tunisian *Bacillus thuringiensis israelensis* and its application in the field. Biological Control, v.124, p.46-52, **2018**.

Tabela 1. Total de ovos de *Aedes* spp. por condição de armadilha

Repetições/	Ovos	Armadilhas com óleo			Armadilhas sem óleo		
		Ovos	Média de	NMO*	Ovos (n)	Média de	NMO*

Ciclos	totais coletados	(n)			ovos por repetição		
			ovos por repetição			ovos por repetição	
25	110.157	48.103	1.920,52	132,98	62.054	2.482,16	172,82

NMO* = Número médio de ovos por repetição/ovitrampa.

Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2018.



Figura 1. Ovitrapas utilizadas no estudo. a) Distribuição ovitrapas com e sem óleo. b) Ovitrapa com palheta identificada.



Figura 2. Mapa da flutuação da população de *Aedes spp.* média >150 ovos por ovitrapa. Q= Quarteirão. * Média de Ovos por ovitrapa. **Média de ovos por mês. Fonte: Pesquisa de campo, adaptado do SISTRAP - IFPE/LabGeo, 2018

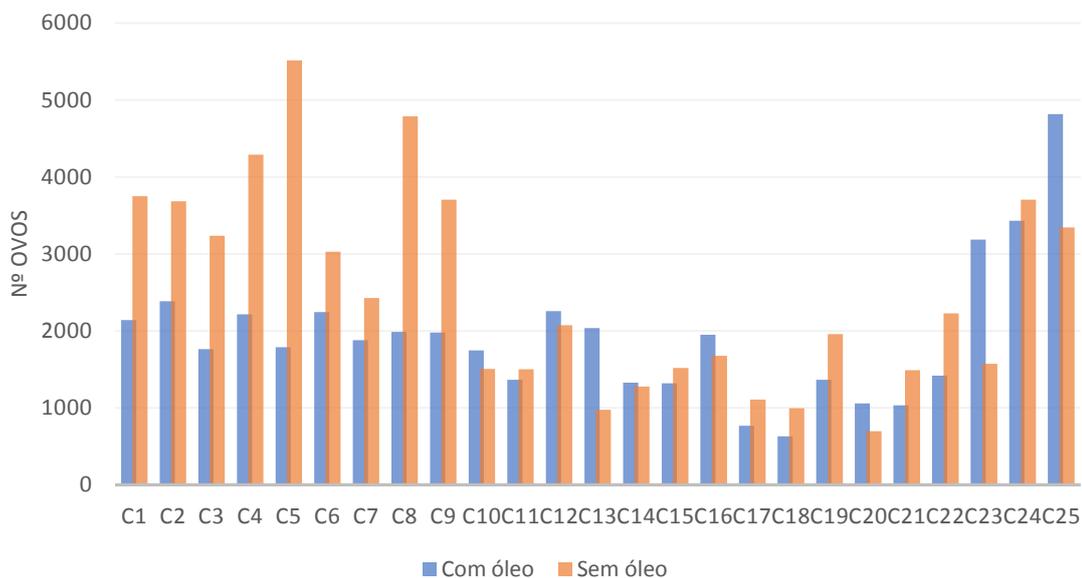


Figura 3. Gráfico demonstrativo da quantidade de ovos em armadilhas com e sem óleo por ciclo/repetição. Fonte: Dados da pesquisa de campo, 2018.

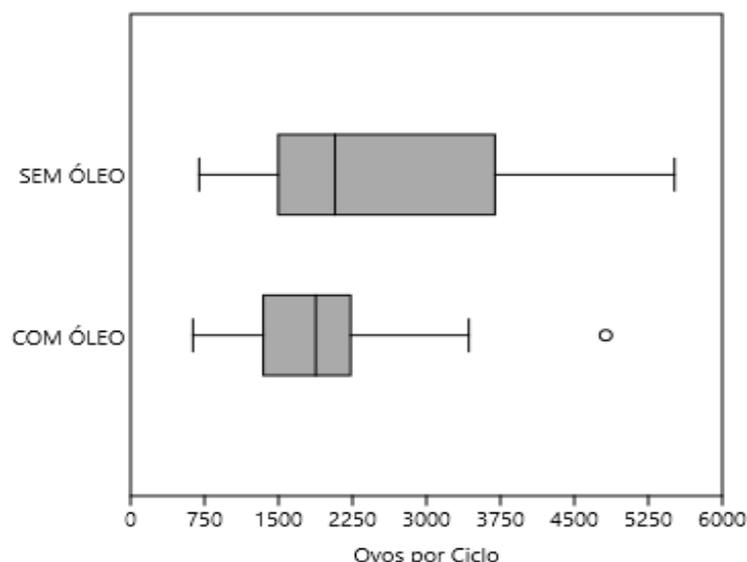


Figura 4. Gráfico demonstrativo da distribuição e discrepância de ovos por situação de ovitrampas (com e sem óleo), onde em 75% dos ciclos, as ovitrampas sem óleo apresentaram número de ovos entre 696 e 3.500, com quantidade máxima de 5.515 ovos em um único ciclo. Nas armadilhas contendo óleo, em 75% dos ciclos o número total de ovos esteve entre 632 e 2.250, com quantidade máxima por ciclo de 4.818 ovos, valor discrepante dos demais dados da amostra.

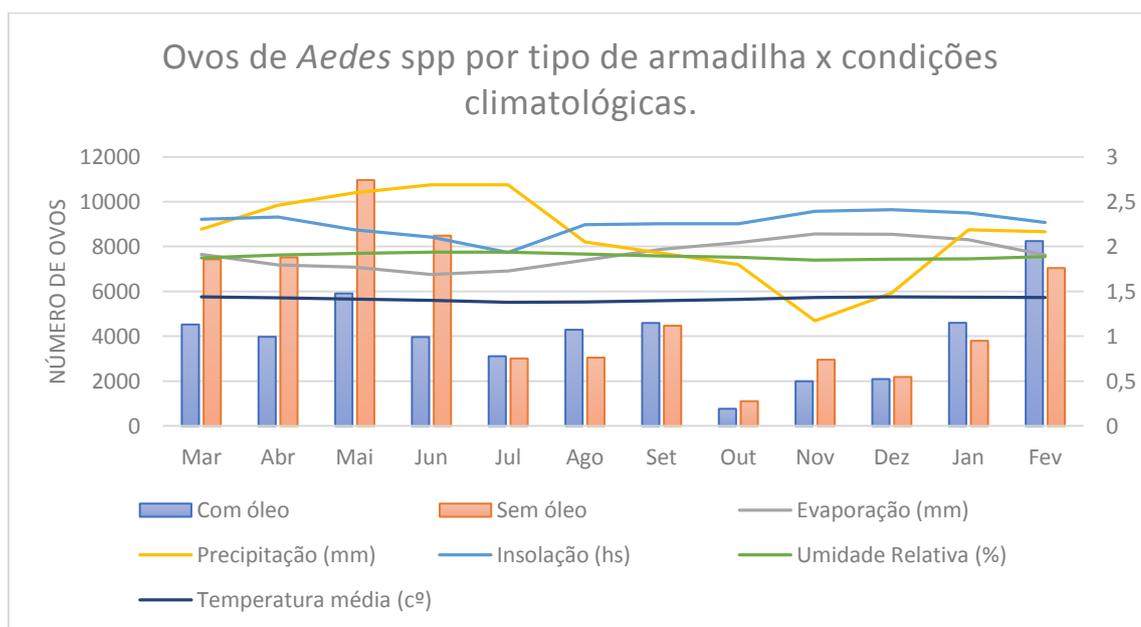


Figura 5. Gráfico demonstrativo da distribuição de ovos mensal, por tipo de armadilha, com e sem óleo e condições climáticas.

Fonte: Dados da pesquisa de campo e INMET, 2018.