

Perfil reprodutivo de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* de uma área urbana endêmica para arbovírus da região Nordeste do Brasil

Reproductive profile of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from an urban area endemic for arboviruses in the Northeast region of Brazil

Perfil reproductivo de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* de una zona urbana endémica para arbovirus en la región Noreste de Brasil

Recebido: 28/06/2021 | Revisado: 04/07/2021 | Aceito: 09/07/2021 | Publicado: 21/07/2021

Sêmilly Suélen da Silva Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5275-2456>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: semillysuelen@hotmail.com

Bruna Pessoa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7518-4738>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: brunapessoa@outlook.com

Wanderli Pedro Tadei

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0612-3285>
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Brasil
E-mail: wptadeicurso@gmail.com

In memoriam

Joelma Soares da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5558-7916>
Universidade Federal do Maranhão Brasil
E-mail: joelmasoares12@gmail.com

Juliana Maria Trindade Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9840-6217>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: julianamtbezerra@outlook.com

Valéria Cristina Soares Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4652-4884>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: pinheirovcs@gmail.com

Resumo

Aedes aegypti e *Aedes albopictus* são mosquitos de grande impacto na saúde pública por serem vetores de importantes arbovírus. Objetivou-se investigar o perfil reprodutivo desses dois vetores em residências e terrenos baldios nos períodos chuvoso e seco. Em 2017, foram realizadas quatro inspeções em 100 imóveis de cinco bairros de Caxias, Maranhão (400 vistorias), com repetições em 2018, totalizando 800 vistorias. Um total de 3.837 formas imaturas foram coletadas em 11,6% (N = 93) das inspeções, sendo 3.394 *Ae. aegypti* (88,4%) e 443 *Ae. albopictus* (11,6%). O maior número de criadouros era do grupo armazenamento de água com 78 recipientes (70,9%) e 2.768 imaturos (72,1%), sendo 2.663 *Ae. aegypti* (96,2%) e 105 *Ae. albopictus* (3,8 %) encontrados apenas nas residências. Nos terrenos baldios, foi encontrado maior número de *Ae. albopictus* (N = 228; 67,7%), em relação ao *Ae. aegypti* (N = 109; 32,3%), sendo os frascos, os recipientes mais frequentes (N = 12,1%), contribuindo com 48,9% (N = 165) das formas imaturas coletadas nos terrenos. A maior densidade larvária foi encontrada durante o período chuvoso dos dois anos (N = 3.076; 80,1%), sendo que em 2017, houve uma correlação moderada e positiva, entre precipitação pluviométrica e número de imaturos de *Ae. aegypti* ($r_s = 0,46$; $p = 0,05$). Evidenciou-se que os recipientes de armazenamento de água ainda são a preferência dos vetores, e que a proximidade com os terrenos baldios não exerce tanta influência na reprodução desses mosquitos que preferem as residências.

Palavras-chave: Arbovírus; *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; Perfil reprodutivo; Nordeste.

Abstract

Aedes aegypti and *Aedes albopictus* are mosquitoes with a great impact on public health as they are vectors of important arboviruses. The objective was to investigate the reproductive profile of these two vectors in homes and vacant lots in the rainy and dry seasons. In 2017, four inspections were carried out in 100 properties in five districts of Caxias, Maranhão (400 inspections), with repetitions in 2018, totaling 800 inspections. A total of 3,837 immature forms were collected in 11.6% (N = 93) of the inspections, being 3,394 *Ae. aegypti* (88.4%) and 443 *Ae. albopictus*

(11.6%). The largest number of breeding sites were in the water storage group with 78 containers (70.9%) and 2,768 immature (72.1%), with 2,663 *Ae. aegypti* (96.2%) and 105 *Ae. albopictus* (3.8%) found only in households. In vacant lots, a greater number of *Ae. albopictus* (N = 228; 67.7%), in relation to *Ae. aegypti* (N = 109; 32.3%), with flasks being the most frequent containers (N = 12.1%), contributing 48.9% (N = 165) of the immature forms collected in the land. The highest larval density was found during the rainy season of the two years (N = 3,076; 80.1%), and in 2017, there was a moderate and positive correlation between rainfall and the number of immatures of *Ae. aegypti* (rs = 0.46; p = 0.05). It was evident that water storage containers are still the vectors' preference, and that the proximity to vacant lots does not exert much influence on the reproduction of these mosquitoes that prefer homes.

Keywords: Arboviruses; *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*, Reproductive profile; Northeast.

Resumen

Aedes aegypti y *Aedes albopictus* son mosquitos de gran impacto en la salud pública ya que son vectores de importantes arbovirus. El objetivo fue investigar el perfil reproductivo de estos dos vectores en viviendas y lotes baldíos en las estaciones lluviosa y seca. En 2017, se realizaron cuatro inspecciones en 100 propiedades en cinco distritos de Caxias, Maranhão (400 inspecciones), con repeticiones en 2018, totalizando 800 inspecciones. Se recolectaron un total de 3.837 formas inmaduras en el 11.6% (N = 93) de las inspecciones, siendo 3.394 *Ae. aegypti* (88,4%) y 443 *Ae. albopictus* (11,6%). El mayor número de criaderos estuvo en el grupo de almacenamiento de agua con 78 contenedores (70,9%) y 2.768 inmaduros (72,1%), con 2.663 *Ae. aegypti* (96,2%) y 105 *Ae. albopictus* (3,8%) encontrado solo en hogares. En lotes baldíos, una mayor cantidad de *Ae. albopictus* (N = 228; 67,7%), en relación con *Ae. aegypti* (N = 109; 32,3%), siendo los frascos los recipientes más frecuentes (N = 12,1%), aportando el 48,9% (N = 165) de las formas inmaduras recolectadas en el terreno. La mayor densidad larvaria se encontró durante la época de lluvias de los dos años (N = 3.076; 80,1%), y en 2017, hubo una correlación moderada y positiva entre las precipitaciones y el número de inmaduros de *Ae. aegypti* (rs = 0,46; p = 0,05). Se evidenció que los contenedores de almacenamiento de agua siguen siendo la preferencia de los vectores, y que la proximidad a terrenos baldíos no influye mucho en la reproducción de estos mosquitos que prefieren los hogares.

Palabras clave: Arbovirus; *Aedes aegypti*; *Aedes albopictus*; Perfil reproductivo; Nordeste.

1. Introdução

Aedes (Stegomyia) aegypti (Linnaeus, 1762) é um mosquito urbano de grande importância epidemiológica, por ser responsável pela transmissão dos vírus da dengue e da febre amarela urbana. A partir de 2014, a espécie foi identificada como transmissora dos vírus da febre Chikungunya e em 2015 da febre Zika no Brasil. (Weaver, 2014; Vasconcelos, 2015) É um mosquito urbano, holometábolo, com ciclo de vida variando entre 8 a 12 dias, conforme influência ambiental (Murray, Quam e Wilder-Smith, 2013). Dependendo das condições climáticas, os adultos vivem em média 30 a 35 dias. (Brasil/FUNASA, 2001) Utiliza uma infinidade de *habitats* de acordo com a região, como, baldes, tambores, pneus, vasos, potes, (Rajarethinam et al., 2020) latas, cascos de garrafa, piscinas e aquários abandonados. (Pinheiro e Tadei, 2002; Soares-da- Silva et al., 2012; Bezerra et al., 2017)

Apesar de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) não ser incriminado como transmissor de arboviroses no Brasil, estudo recente comprovou que assim como as populações brasileiras de *Ae. aegypti*, as de *Ae. albopictus* também apresentam elevada competência vetorial para o *chikungunya virus* (CHIKV) no País. (Vega - Rúa et al., 2014) Esse mosquito possui ciclo de vida similar ao de *Ae. aegypti*, com metamorfose completa, maior grau de exofilia e hábitos silvestres com caráter de domiciliação inferior ao exibido por *Ae. aegypti*. (Silva et al., 2001) Mesmo diante da preferência por criadouros naturais, como ocos de árvores e entrenós de bambu (Consoli e Lourenço-de-Oliveira, 1994), nos últimos anos, *Ae. albopictus* tem desenvolvido ecletismo em colonizar tipos distintos de criadouros nos mais variados ambientes ao lado do *Ae. aegypti*, como pneus, latas, garrafas tonéis, caixas d'água (Oliveira e Biazoto, 2012), circunstâncias que revelam seu paulatino estabelecimento no espaço intradomiciliar. (Martins et al., 2013)

Deve-se considerar a utilização de recipientes tidos como criadouros não preferenciais para *Ae. aegypti*, a exemplo de buracos em árvores, ralos de esgotos e fossas sépticas (Beserra et al., 2010; Chadee e Martinez, 2016), pois, ao contrário do que se acreditava anteriormente, *Ae. aegypti* possui a habilidade de se desenvolver em águas poluídas, como o esgoto bruto (Chitolina et al., 2016) e também em diferentes concentrações de amônia. (Durant e Donini, 2019)

Nesse sentido, *Ae. aegypti*, além de eficiente vetor de doenças, tem exibido hábitos reprodutivos determinantes para sua permanência e abundância no ambiente, de modo que sua atuação vetorial tem sido observada mesmo no período seco do Nordeste do país, considerado de baixa infestação. (Reis et al., 2019) Nesses estados, onde a seca dura mais da metade do ano, observa-se apenas uma redução na quantidade de criadouros produzidos pelas chuvas, e ainda assim, há presença especialmente de *Ae. aegypti* realizando a transmissão das arboviroses de forma contínua entre as estações climáticas.

O município de Caxias, quinta cidade com maior população do Estado do Maranhão registra casos de arboviroses todos os anos, com ênfase para dengue, que nos últimos dez anos foi responsável pelo registro de 4.051 casos, e Chikungunya que apesar de diagnosticada recentemente no município, causou uma epidemia em 2016 com a notificação de 1.553 casos, e desde então, com notificações todos os anos. (Brasil/MS/SVS, 2020)

Nessa perspectiva, realizou-se essa pesquisa com o intuito de identificar os perfis de reprodução do *Ae. aegypti* e do *Ae. albopictus* durante todo o ano no município de Caxias, Estado do Maranhão, dando continuidade ao ciclo de transmissão dos arbovírus, mesmo no período em que as condições são desfavoráveis ao seu desenvolvimento.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Caxias, situado nas coordenadas a 04°51'32" de latitude sul e a 43°21'22" de longitude oeste, na Mesorregião leste do Estado do Maranhão e possui área territorial de 5.196,77 km² é o quinto em população no Estado com 164.880 habitantes. (IBGE, 2019)

O estudo foi realizado em cinco bairros localizados no perímetro urbano da cidade. pertencentes a diferentes zonas do município: Baixinha, João Viana, Fazendinha, Seriema e Vila São José – sorteados dentre aqueles que nos anos de 2015 e 2016 apresentaram maior incidência de casos de arboviroses no município. São bairros periféricos com saneamento básico precário e sistema intermitente de abastecimento de água. As residências são de alvenaria e taipa, com diversos recipientes de armazenamento (baldes, tanques e caixas d'água e tonéis a céu aberto) nos quintais. E, nos terrenos baldios, há grande disposição de mato e resíduos sólidos especialmente no período das chuvas.

2.2 Amostragem

Foram realizadas coletas entre janeiro de 2017 a dezembro de 2018, em quatro ciclos trimestrais ao ano, no período chuvoso – 1º ciclo (janeiro a março) e 2º ciclo (abril a junho); e no período seco – 3º ciclo (julho a setembro) e 4º ciclo (outubro a dezembro). Em cada ciclo, foram inspecionados 20 imóveis por bairro, totalizando 100 imóveis por ciclo de coletas, dos quais, 20 eram terrenos baldios e 80 residências, perfazendo 400 vistorias por ano e 800 no total nos mesmos imóveis. O valor muito maior de Residências em relação aos Terrenos se justifica porque o objetivo não era comparar a positividade entre os imóveis, mas verificar se os terrenos exerciam alguma influência na positividade das residências, ou se apresentariam novos locais de reprodução para os vetores. O cálculo amostral foi definido utilizando como base o número total de terrenos baldios dispostos nos cinco bairros de Caxias, de acordo com Barbetta (2002).

2.3 Vistoria nas Residências e nos Terrenos baldios

Nas residências, a vistoria foi realizada seguindo a metodologia do Ministério da Saúde. (Brasil/FUNASA, 2001) Nos terrenos foi delimitada uma área de 30 metros para as vistorias, onde também foram analisados os troncos de árvores e esgotos, para verificar a presença de formas imaturas e possíveis novos locais de oviposição. Todos os dados foram tabulados em planilhas do Microsoft® Excel 2013.

Os recipientes com imaturos foram identificados tendo como referência a classificação de recipientes proposta por Soares-da-Silva et al. (2012) com modificações (Quadro 1). As larvas e pupas encontradas nos recipientes foram coletadas com o auxílio de um pesca-larvas e acondicionadas em tubos de hemólise, contendo álcool a 70%. Em seguida, os tubos foram devidamente etiquetados e transportados ao Laboratório de Entomologia Médica (LABEM) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) para posterior identificação e quantificação dos espécimes, utilizando-se a chave dicotômica proposta por Forattini (2002).

Quadro 1- Classificação dos recipientes naturais e artificiais utilizados como referência na coleta dos imaturos.

Criadouro natural (quatro grupos de recipientes)	Criadouros artificiais (sete grupos de recipientes)
CN1. Poças e buracos no solo; CN 2. Ocos de árvores; CN 3. Folhas das plantas; CN4. Outros naturais (aqueles que não se encaixam em nenhuma das demais classificações).	TR1. Vaso (vasos de planta, e pratos de potes); TR2. Frascos (garrafas, latas, plásticos, vidros); TR3. Pneus; TR4. Material de construção (materiais utilizados para construção); TR5. Armazenamento (tanque, tonel, filtro, pote, balde, tambor); TR6. Fixos (ralos, caixa de gordura e poços); TR7. Outros artificiais (aqueles que não se encaixam em nenhuma das demais classificações).

CN= Criadouro natural; TR= Tipo de recipiente. Fonte: Soares-da-Silva et al. (2012) com adaptações.

2.4 Análises dos dados

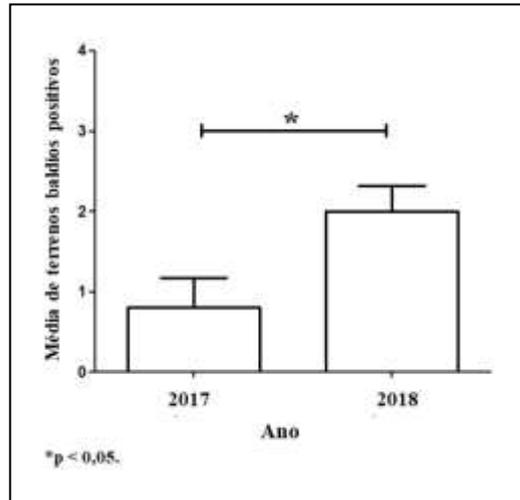
O teste T de Student (t) e a Análise de Variância (ANOVA) um critério (F) foram utilizados para verificar diferença entre as médias de imóveis positivos por tipo e por ano. Para verificação de diferenças entre as medianas de recipientes positivos e o número de imaturos encontrados nos grupos de recipientes, foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis (Siqueira e Tibúrcio, 2011), com nível de significância de 5% (Ayres et al., 2007). Para analisar a relação entre a quantidade de imaturos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e as variáveis climáticas foi utilizada a Correlação de Spearman (*rs*) (Ayres et al., 2007), segundo a classificação de magnitude proposta por Dancey e Reidy (2005).

3. Resultados

3.1 Positividade nos imóveis e frequência de recipientes e imaturos nos recipientes por bairro

Verificou-se presença de imaturos em 11,6% (N = 93) das 800 inspeções realizadas, sendo 84,9% (N = 79) em residências e 15,1% (14) em terrenos baldios. Em 2017 foi observada a positividade para imaturos em 37 (9,2%) imóveis, sendo 33 residências (89,2%) e 4 (10,8%) terrenos baldios. Em 2018 foram encontrados criadouros em 56 (14%) imóveis, sendo que 46 eram residências e 10 terrenos baldios. Foi observado um aumento na positividade de nos terrenos baldios de 10,8% em 2017 para 18,0% em 2018, com média significativamente maior no segundo ano ($t = -2,44$; $p = 0,02$) (Figura 1).

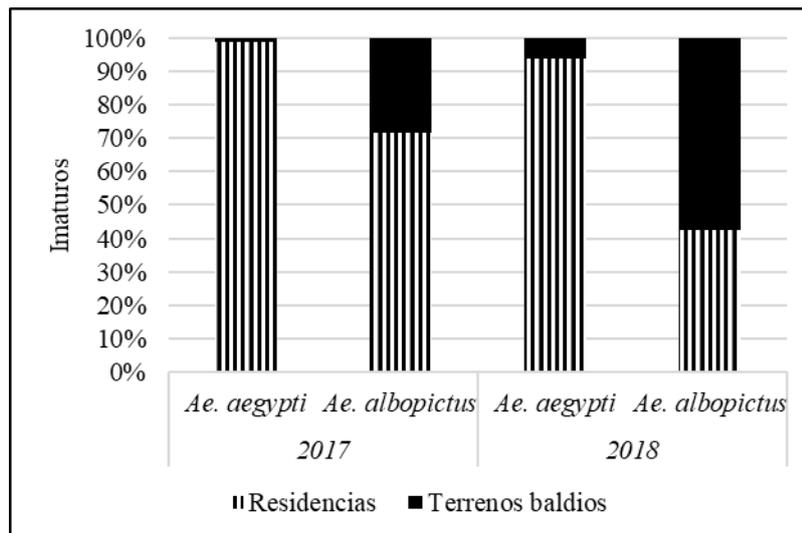
Figura 1. Comparação entre as médias de terrenos baldios positivos encontrados em cinco bairros de Caxias, Maranhão em 2017 e em 2018.



Fonte: Autores.

Foi verificada a presença de larvas e pupas das duas espécies analisadas em 11,8% (N = 110) de um total de 933 recipientes com água vistoriados, sendo 85,5% (N = 94) encontrados nas residências e 14,5% (N = 16) nos terrenos baldios. Foram coletados 3.837 exemplares de imaturos, dos quais, 3.394 eram *Ae. aegypti* (88,4%) e 443 *Ae. albopictus* (11,6%). Foram coletados 1.196 (35,2%) exemplares de *Ae. aegypti* em 2017 e 2.198 (64,8%) em 2018. *Ae. albopictus* apresentou valores menores contribuindo com N=258 (58,2%) e N=185 (41,8%) espécimes em 2017 e em 2018, respectivamente (Figura 2).

Figura 2. Comparação entre a porcentagem de imaturos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* coletados nas residências e terrenos baldios de cinco bairros de Caxias, Maranhão em 2017 e em 2018.

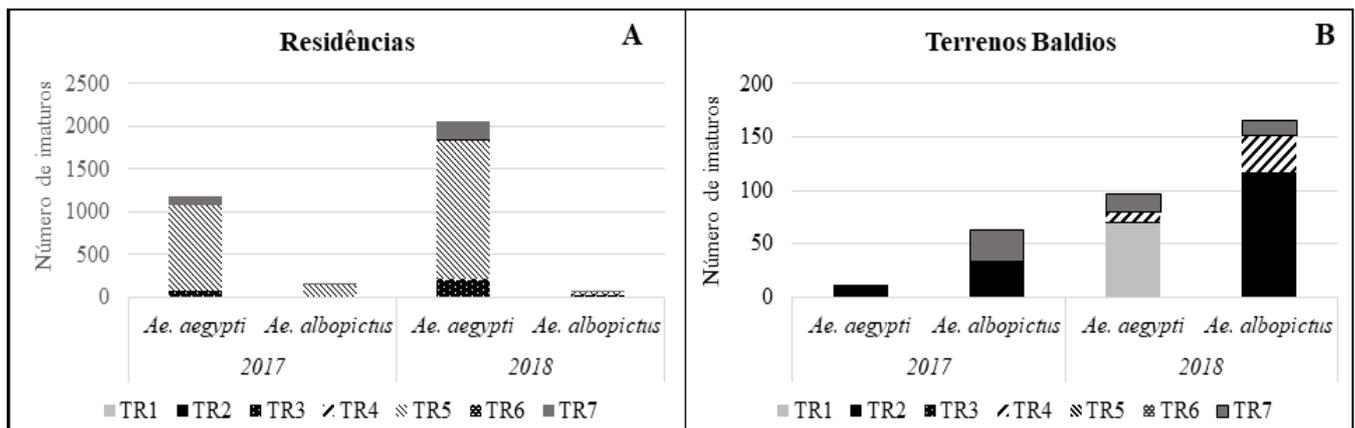


Fonte: Autores (2021).

Todos os grupos de recipientes artificiais apresentaram algum depósito positivo, em algum período do ano, com destaque para o tipo armazenamento (tanque, tonel, filtro, pote, balde, tambor), que exibiu positividade durante ano inteiro (N = 78; 70,9%). Cabe destacar que a positividade desse grupo foi observada apenas nas residências, e que estes, apresentaram-se

como os mais produtivos para imaturos, exibindo 2.663 (96,2%) espécimes de *Ae. aegypti* e, 105 (3,8%) *Ae. albopictus*. Por outro lado, nos terrenos baldios foi encontrado o maior número de *Ae. albopictus* (N = 228; 67,7%) em relação ao *Ae. aegypti* (N = 109; 32,3%), sendo que os frascos, foram os recipientes mais frequentes (N = 12), contribuindo com 48,9% dos (N = 165) imaturos coletados nestes imóveis, e 11% do total de recipientes positivos nos dois tipos de imóveis (Figura 3). Não foram encontradas formas imaturas em recipientes naturais, assim como, também não foram observados novos recipientes ou que se caracterizassem como novos *hábitats* para o vetor nos imóveis pesquisados.

Figura 3. Frequência de imaturos de *Aedes aegypti* e de *Aedes albopictus* encontrados nas residências (A) e nos Terrenos Baldios (B) em cada grupo de recipientes em cinco bairros de Caxias, Maranhão em 2017 e em 2018.



TR = Tipo de recipiente. TR1- Vaso; TR2 - Frascos; TR3 - Pneus; TR4 - Material de construção; TR5 - Armazenamento; TR6 - Fixos; TR7 - Outros artificiais. Fonte: Autores (2021).

3.2 Frequência sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

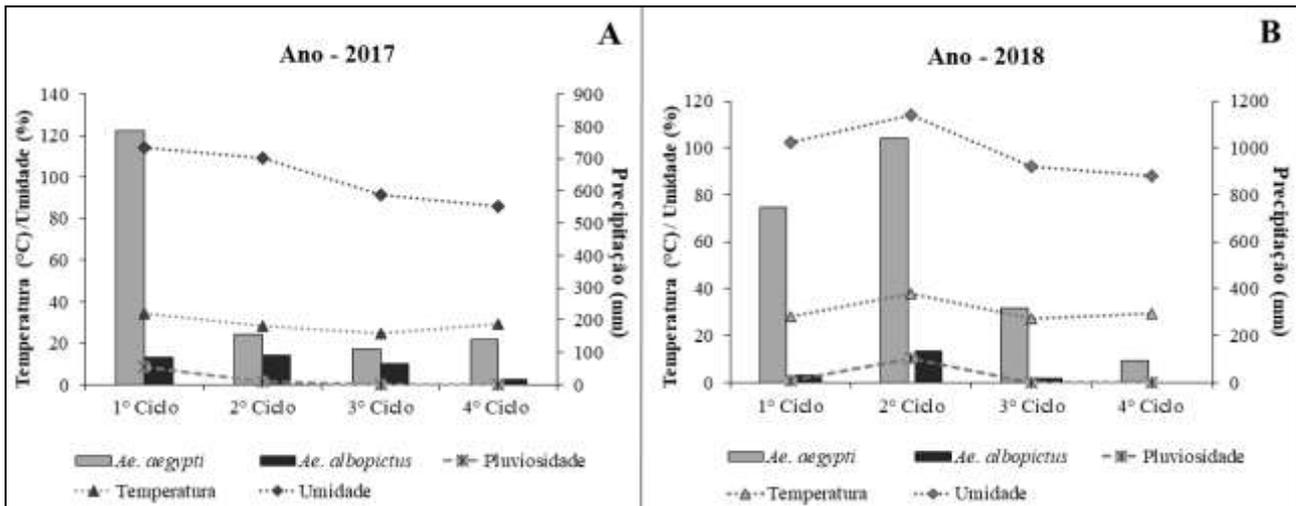
A maior frequência de imaturos foi encontrada durante o período chuvoso, (janeiro a junho de 2017 e de 2018). Neste período obteve-se um total de 3.076 (80,1%) imaturos, sendo 2.734 (88,9%) de *Ae. aegypti* e 342 (11,1%) de *Ae. albopictus* nos dois anos (Figura 4A e 4B). No entanto, a média de imaturos de *Ae. aegypti* ($p = 0,03$) encontrada no período chuvoso foi significativamente maior que a de *Ae. albopictus* apenas em 2018 ($t = 2,44$; $df = 8$; $p = 0,03$).

No período chuvoso de 2017, obteve-se um volume de chuvas igual a 1.126,1 mm, com valor máximo de 11,4 mm no mês de março. Neste período, foram coletados N= 3.076 imaturos considerando os dois anos, sendo N= 1.121 coletados em 2017, o equivalente a 77,1% do total encontrado neste ano, dos quais, N= 945 (84,3%) eram *Ae. aegypti* e N= 176 (15,7%) *Ae. albopictus*. Em 2018, foram coletados 1.955 (82%) imaturos durante as chuvas, destes, N= 1.789 (91,5%) eram *Ae. aegypti* e N= 166 (8,5%) *Ae. albopictus*. No período chuvoso de 2018, a precipitação máxima diária foi igual a 37,5 mm no mês de abril e a média de imaturos de *Ae. aegypti* foi significativamente maior que *Ae. albopictus* ($t=2,44$; $p = 0,03$). Durante o período considerado seco (julho a dezembro) de 2017, foram encontrados N= 333 (22,9%) imaturos, dos quais N= 251 (75,4%) eram *Ae. aegypti* e N= 82 (24,6%) *Ae. albopictus*. Neste mesmo período de 2018, o volume de chuvas foi superior ao observado em 2017, alcançando 390,6 mm e foram coletados N= 428 (18%) imaturos, sendo, N= 409 (95,6%) *Ae. aegypti* e N= 19 (4,4%) *Ae. albopictus*.

As análises relativas aos fatores climatológicos apontaram uma correlação moderada e positiva, entre precipitação pluviométrica e número de imaturos de *Ae. aegypti* encontrados em 2017 ($rs=0,46$; $p=0,05$). Em 2018, esta correlação não foi observada ($rs=0,12$; $p=0,64$). Considerando-se o *Ae. albopictus* não foi verificada correlação entre a densidade de imaturos e o volume de chuvas em 2017 ($rs=0,03$; $p=0,88$) e em 2018 ($rs=0,21$; $p=0,40$).

Não houve variações bruscas de temperatura durante o estudo, sendo que, a média em 2017 foi de 26,5°C no período chuvoso e 27,8°C no período seco, enquanto em 2018 foi de 26°C e 27,7°C no período chuvoso e seco, respectivamente. Tratando-se da umidade relativa do ar, houve uma variação consideravelmente discreta em 2017, entre a média atingida no período chuvoso e seco, com 80% e 61%, respectivamente. Em 2018, a umidade média foi de 80% no período chuvoso e 68% no período seco (Figura 4).

Figura 4. Frequência de imaturos de *Aedes aegypti* e de *Aedes albopictus* coletados por ciclo em cinco bairros de Caxias, Maranhão, em 2017 (A) e em 2018 (B) frente às variáveis climáticas.



Fonte: Autores (2021).

Ao analisar estas variáveis meteorológicas, não se verificou correlação entre temperatura e umidade média, com o número de imaturos de *Ae. aegypti* durante os períodos chuvoso e seco em 2017. Verificou-se ainda uma associação forte e negativa entre temperatura média e quantidade de imaturos de *Ae. albopictus* ($r_s = -0,70$; $p = 0,001$) e moderada e positiva entre a umidade média e quantidade de imaturos desta espécie em 2018 ($r_s = 0,62$; $p = 0,007$) (Tabela 1).

Tabela 1. Correlação de Spearman entre número de imaturos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* coletados e variáveis meteorológicas, nos bairros de estudo, entre os anos de 2017 e 2018, em Caxias, Maranhão.

Pares de variáveis	r_s	P
<i>Aedes aegypti</i>		
2017		
Pluviosidade	0,46	0,05
Temperatura média	0,28	0,25
Umidade média	0,23	0,34
2018		
Pluviosidade	0,12	0,64
Temperatura média	0,04	0,85
Umidade média	-0,08	0,75
<i>Aedes albopictus</i>		
2017		
Pluviosidade	0,03	0,88
Temperatura média	-0,30	0,21
Umidade média	-0,07	0,76
2018		
Pluviosidade	0,21	0,40
Temperatura média	-0,70	0,001
Umidade média	0,62	0,007

$r_s =$

Correlação de Spearman; p = valor de p. Fonte: Autores (2021).

4. Discussão

A pesquisa realizada no município de Caxias, Maranhão, mostrou que os principais criadouros do *Ae. aegypti* são os depósitos de armazenamento de água potável mantidos no peridomicílio das residências, de modo que não foi constatada a colonização por *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em novos criadouros artificiais ou naturais. Este achado se constitui relevante para a tomada de decisões voltadas ao controle de vetores, ao passo que evidencia falhas nas ações atualmente desenvolvidas nestes imóveis que necessitam de mais atenção com os recipientes que reservam água, a partir de aspectos panorâmicos sociais e ambientais. Caso medidas pontuais não sejam adotadas esta situação poderá contribuir com a transmissão das arboviroses favorecendo a ocorrência de surtos, e impactando a saúde pública de forma negativa.

Resultados semelhantes foram observados em estudos realizados na mesma região, de modo que, as residências também apareceram como os imóveis que mantêm um elevado número de depósitos que se tornam criadouros preferenciais das formas imaturas de *Ae. aegypti*. Desse modo, os recipientes do tipo armazenamento de água, como os tanques, caixas d'água, tonéis e baldes, estão desenvolvendo importante contribuição para a permanência dessa espécie no ambiente domiciliar durante o ano inteiro na cidade de Caxias. (Soares-da-Silva et al., 2012; Bezerra et al., 2017; Andrade, Bezerra e Pinheiro, 2019)

Em outros estudos realizados no Nordeste do Brasil, os recipientes de armazenamento encontrados nas residências também foram os principais responsáveis pela dispersão de *Ae. aegypti* na região, como o de Costa et al. (2016) realizado no Piauí, e o de Cavalcanti, Oliveira e Alencar (2016) no Ceará, onde constataram maior porcentagem de criadouros para *Ae. aegypti* nos depósitos utilizados para armazenar água nas residências.

Apesar de não ter sido encontrada grande quantidade de criadouros nos terrenos baldios, verificou-se que a ocorrência de pequenos frascos na época chuvosa favorece a manutenção de vetores nas áreas urbanas, principalmente *Ae. albopictus* que apresentou maior densidade nestes imóveis, porém, coabitando com *Ae. aegypti* que foi menos frequente nos terrenos. O acúmulo de água de acúmulo de água nos recipientes ocorrente no período chuvoso, proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento e a consequente infestação desses mosquitos. (Almeida, Cota e Rodrigues, 2020) Nesse

sentido, a presença de formas imaturas desses vetores nos frascos encontrados nos terrenos baldios, sugere que a coleta e descarte adequado de resíduos sólidos devem ser incluídas como medidas de controle vetorial, uma vez que estes recipientes podem se transformar em potenciais criadouros para estas espécies. (Saleh et al., 2018)

O maior índice de positividade para formas imaturas nos recipientes do tipo armazenamento, nos cinco bairros amostrados, reforça a importância desse tipo de criadouro para a permanência do *Ae. aegypti* no município. Possivelmente, devido ao volume de água que é mantido nas caixas d'água e tanques, que quando descuidados se tornam alternativas favoráveis para a criação dos vetores, mesmo em períodos de baixas precipitações.

Este resultado adverte para a necessidade de ações efetivas e pontuais em áreas onde existe o problema da falta de água, direcionando ao cuidado adequado com estes depósitos que são responsáveis pela permanência de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no ambiente domiciliar, com o intuito de contribuir com a redução dos índices desses vetores e consequentemente das arboviroses transmitidas por *Ae. aegypti*. Nessa perspectiva, destaca-se a importância das pesquisas domiciliares para identificar os principais locais de criação de mosquitos em uma determinada localidade e permitir um desenho de estratégias acertadas de controle ou eliminação. (Codeço et al., 2015)

Os resultados do presente estudo confirmam que a maior produtividade de *Ae. aegypti* ocorre durante o período de elevadas precipitações, uma vez que considerável número de imóveis e recipientes positivos foi encontrado na estação chuvosa. Esse dado é reforçado por outros estudos realizados também em Caxias, Maranhão. (Soares-da-Silva et al., 2012, Bezerra et al., 2017) em que o período chuvoso é considerado o mais importante do ano para infestações de *Ae. aegypti*. (Moura et al., 2020) Assim como, foi o principal preditor da abundância de ovos dessa espécie em um estudo realizado na cidade do Recife e no Arquipélago de Fernando de Noronha, ambos, Nordeste do Brasil. (Santos et al., 2020) Em contrapartida, outros autores observaram que a precipitação pluviométrica em volume excessivo pode privar as fêmeas da oviposição ao encher completamente os recipientes de água, dificultando a procriação desses mosquitos. (Benitez et al. 2021)

É válido ressaltar que, enquanto nas residências, a positividade dos recipientes é mantida durante o ano inteiro, e mais intensa durante o período chuvoso, nos terrenos baldios, os índices pluviométricos são determinantes para a existência de criadouros. O maior número de imóveis, recipientes positivos e de imaturos no bairro Seriema, pode ter decorrido em função do saneamento básico precário, esgoto a céu aberto e as casas localizadas bem próximas da mata, isto, associado ao fato de que nesse bairro ocorre interrupções frequentes no abastecimento de água para consumo, levando à população manter um grande número de depósitos com água nas residências favorecendo assim a existência de maior disponibilidade de possíveis criadouros para o vetor. Por este motivo, tem-se a necessidade da prática de ações cotidianas relacionadas ao manuseio adequado dos depósitos, com limpeza semanal, e a manutenção dos tanques e caixas d'água totalmente vedados, com o intuito de evitar a proliferação de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. (Ngugi et al., 2017)

Em relação as espécies coletadas, houve predominância de *Ae. aegypti* sobre *Ae. albopictus*, mas é importante destacar que a presença desse vetor secundário nos terrenos próximos às residências decorre de seus hábitos mais silvestres, adaptado a fragmentos florestais e áreas rurais. (Oliveira e Almeida Neto, 2017) Desse modo, o conhecimento sobre a biologia desse vetor é necessário para acompanhar a sua dispersão em áreas urbanas devido à sua capacidade potencial de transmissão. Verificou-se que, durante um surto em 2019, em uma área rural do estado do Espírito Santo, Brasil, houve o encontro de *Ae. albopictus* infectado pelo *dengue virus*, (DENV) e pelo *zika virus* (ZIKV), indicando um possível envolvimento dessa espécie na transmissão de arbovírus já circulantes na população brasileira. (Ricas Rezende et al., 2020) Outro estudo apontou o encontro de *Ae. albopictus* infectados por DENV no estado de Minas Gerais. (Bezerra et al., 2016)

Os resultados da presente pesquisa, sugerem a implementação de medidas direcionadas ao controle dos mosquitos vetores durante os dois períodos do ano (chuvoso e seco), de forma intensificada, contínua e pontual, visando a melhoria das condições de saneamento básico, a coleta de lixo para evitar acúmulo de depósitos nos terrenos e áreas próximas às

residências, e principalmente na regularidade do abastecimento de água nos bairros mais periféricos do município, são recomendações que cabem ao poder público realizar.

À população cabe estar atenta aos cuidados com os recipientes de armazenamento de água permanentes, e colaborar com o descarte adequado do lixo doméstico. A participação da comunidade é essencial para o sucesso de qualquer medida de controle selecionada. (Vannavong et al., 2017) Contudo, para alcançar êxito, as campanhas preventivas devem ressaltar que as medidas de controle precisam ser diárias e contínuas. Uma parceria com grupos de mulheres obteve redução substancial na densidade de *Ae. aegypti* (Arunachalam et al., 2012), da mesma forma, uma intervenção para o controle do *Ae. aegypti* realizada em uma cidade colombiana hiperendêmica para o vírus da dengue também alcançou efetividade. (Quintero et al., 2020)

Por isso, é importante que cada membro da sociedade se aproprie de sua responsabilidade no controle dos vetores, uma vez que a participação social é fundamental. É necessário que cada um faça sua parte, eliminando todos os possíveis focos de proliferação do mosquito. (Brasil/MS/SVS 2020) Só assim, por meio de um trabalho coletivo e concentrado será possível alcançar de fato êxito na efetivação das ações de combate às espécies estudadas e a redução dos índices das arboviroses por elas transmitidas como a Dengue e a Chikungunya.

5. Conclusão

Apesar da ampla diversidade de criadouros utilizados por *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, e mesmo diante da grande capacidade adaptativa demonstrada por estes vetores, não foi constatada a utilização de novos criadouros, o que confirma a preferência e adaptação desses mosquitos aos recipientes de armazenamento de água no ambiente domiciliar. Por este motivo, recomenda-se a intensificação de ações de educação e saúde direcionadas à população residente nos bairros com a presença de criadouros permanentes advertindo acerca da destruição ou tratamento desses.

Há muito se discute sobre o combate ao *Ae. aegypti* e as medidas de controle direcionadas a este vetor, no entanto, tem-se a necessidade de refletir cuidadosamente sobre esta questão, uma vez que as muitas iniciativas têm sido insuficientes para reduzir os índices de transmissão das arboviroses, especialmente da dengue. O presente estudo vem reforçar a importância do enfoque em ações direcionadas aos moradores as quais, manipulam os recipientes domésticos que armazenam água, e que são os responsáveis pelas maiores produções dos vetores, nas residências. Foi observado que a proximidade com os terrenos baldios não exerce tanta influência na reprodução desses mosquitos que preferem as residências, principalmente de *Ae. aegypti*. Contudo, os terrenos baldios, mesmo apresentando pequenos criadouros e com ênfase sazonal, merecem atenção dos órgãos públicos e da própria população, pois contribuem com a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no ambiente.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde (PPGBAS). Laboratório de Entomologia Médica (LABEM).

Financiamento

Este trabalho foi apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão / Pesquisa para o SUS: Gestão Compartilhada em Saúde (PPSUS - FAPEMA / MS-DECIT / CNPq / SES) [Nº 008/2016], Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) [processo Nº 610003/2015-1], Secretaria de Estado da Saúde do Maranhão.

Referências

- Andrade, A. T. S., Bezerra, J. M. T., & Pinheiro, V. C. S. (2019). Characterization of the Proliferation Sites of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Artificial Breeding Sites of Caxias, Maranhão, Brazil. In *Life Cycle and Development of Diptera*. IntechOpen. 10.5772/intechopen.89959
- Almeida, L. S., Cota, A., & Rodrigues, D. F. (2020). Sanitation, Arboviruses, and Environmental Determinants of Disease: impacts on urban health. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana. *Ciencia & saude coletiva*, 25(10), 3857–3868. 10.1590/1413-812320202510.30712018
- Arunachalam, N., Tyagi, B. K., Samuel, M., Krishnamoorthi, R., Manavalan, R., Tewari, S. C., ... & Petzold, M. (2012). Community-based control of *Aedes aegypti* by adoption of eco-health methods in Chennai City, India. *Pathogens and global health*, 106(8), 488–496. 10.1179/2047773212Y.0000000056
- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D. L., & Santos, A. D. A. (2007). Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. *Instituto Mamirauá, Belém*, 364.
- Barbeta, P. A (2002). *Estatística aplicada às ciências sociais*. (5a ed.), UFSC.
- Beserra, E. B., Fernandes, C. R., de Sousa, J. T., de Freitas, E. M., & Santos, K. D. (2010). Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Neotropical Entomology*, 39(6), 1016–1023. 10.1590/S1519-566X2010000600026
- Benitez, E. M., Estallo, E. L., Grech, M. G., Frías-Céspedes, M., Almirón, W. R., Robert, M. A., & Ludueña-Almeida, F. F. (2021). Understanding the role of temporal variation of environmental variables in predicting *Aedes aegypti* oviposition activity in a temperate region of Argentina. *Acta tropica*, 216, 105744. 10.1016/j.actatropica.2020.105744
- Bezerra, J. M. T., Santana, I. N. S., Miranda, J. P., Tadei, W. P., & Pinheiro, V. C. S. (2017). Breeding sites of *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Diptera, Culicidae): a study about the containers diversity in dry and rainy seasons in a dengue-endemic city/criadouros de *Aedes aegypti* (Linnaeus)(Diptera, Culicidae): estudo sobre recipientes em estações seca e chuvosa em cidade endêmica para dengue. *Revista de Pesquisa em Saúde*, 18(2).
- Bezerra, J. M., Araújo, R. G., Melo, F. F., Goncalves, C. M., Chaves, B. A., Silva, B. M., & Pimenta, P. F. (2016). *Aedes* (Stegomyia) *albopictus*' dynamics influenced by spatiotemporal characteristics in a Brazilian dengue-endemic risk city. *Acta tropica*, 164, 431–437. 10.1016/j.actatropica.2016.10.010
- Brasil/FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Dengue Instruções para Pessoal de Combate ao Vetor. *Manual de Normas Técnicas*. Brasília.
- Brasil/MS/SVS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (2020). *Boletim Epidemiológico*.
- Cavalcanti, L. P. D. G., Oliveira, R. D. M. A. B., & Alencar, C. H. (2016). Changes in infestation sites of female *Aedes aegypti* in Northeast Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 49(4), 498–501. 10.1590/0037-8682-0044-2016
- Chadee, D. D., & Martinez, R. (2016). *Aedes aegypti* (L.) in Latin American and Caribbean region: with growing evidence for vector adaptation to climate change?. *Acta tropica*, 156, 137–143. 10.1016/j.actatropica.2015.12.022
- Chitolina, R. F., Anjos, F. A., Lima, T. S., Castro, E. A., & Costa-Ribeiro, M. C. V. (2016). Raw sewage as breeding site to *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* (Diptera, culicidae). *Acta tropica*, 164, 290–296. 10.1016/j.actatropica.2016.07.013
- Codeço, C. T., Lima, A. W., Araújo, S. C., Lima, J. B. P., Maciel-de-Freitas, R., Honório, N. A., & Valle, D. (2015). Surveillance of *Aedes aegypti*: comparison of house index with four alternative traps. *PLoS Negl Trop Dis*, 9(2), e0003475. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003475>
- Costa, A. R. D., Santana, C. M., Silva, V. L., Pinheiro, J. A. F., Marques, M. M. M., & Ferreira, P. M. P. (2016). Análise do controle vetorial da dengue no sertão piauiense entre 2007 e 2011. *Cadernos Saúde Coletiva*, 24(3), 275–281. 10.1590/1414-462X201600030035
- Consoli, R. A., & Oliveira, R. L. D. (1994). *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Editora Fiocruz.
- Dancey, C., & Reidy, J. (2018). *Estatística Sem Matemática para Psicologia-7*. Penso Editora.
- Durant, A. C., & Donini, A. (2019). Development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) mosquito larvae in high ammonia sewage in septic tanks causes alterations in ammonia excretion, ammonia transporter expression, and osmoregulation. *Scientific reports*, 9(1), 1–17.
- Forattini O.P., (2002). *Culicidologia Médica*. pp. 860. Editora USP.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Maranhão, Caxias, infográficos: dados gerais do município,
- Martins, V. P., Silveira, D. A., Ramalho, I. L., & Florindo, M. I. (2013). *Aedes albopictus* no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. *Entomotrópica: Revista internacional para el estudio de la entomología tropical*, 28(2), 75–86.
- Moura, M. C. B. D. M., de Oliveira, J. V., Pedreira, R. M., Tavares, A. D. M., de Souza, T. A., de Lima, K. C., & Barbosa, I. R. (2020). Spatio-temporal dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* oviposition in an urban area of northeastern Brazil. *Tropical Medicine & International Health*, 25(12), 1510–1521. 10.1111/tmi.13491
- Murray, N. E. A., Quam, M. B., & Wilder-Smith, A. (2013). Epidemiology of dengue: past, present and future prospects. *Clinical epidemiology*, 5, 299.
- Ngugi, H. N., Mutuku, F. M., Ndenga, B. A., Musunzaji, P. S., Mbakaya, J. O., Aswani, P., & LaBeaud, A. D. (2017). Characterization and productivity profiles of *Aedes aegypti* (L.) breeding habitats across rural and urban landscapes in western and coastal Kenya. *Parasites & vectors*, 10(1), 1–12.
- Oliveira, E. da S., & Biazoto, C. D. dos S. (2012). Distribuição do *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) Díptera Culicidae em diferentes criadouros no município de Assis Chateaubriand-PR, Brasil. *Bioscience Journal*, 28(6).

- Oliveira, V. C. D., & Almeida Neto, L. C. D. (2017). Ocorrência de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em bromélias cultivadas no Jardim Botânico Municipal de Bauru, São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 33, e00071016. 10.1590/0102-311X00071016
- Pinheiro, V. C. S., & Tadei, W. P. (2002). Evaluation of the residual effect of temephos on *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) larvae in artificial containers in Manaus, Amazonas State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 18, 1529-1535. 10.1590/S0102-311X2002000600005
- Quintero, J., Ronderos Pulido, N., Logan, J., Ant, T., Bruce, J., & Carrasquilla, G. (2020). Effectiveness of an intervention for *Aedes aegypti* control scaled-up under an inter-sectoral approach in a Colombian city hyper-endemic for dengue virus. *PloS one*, 15(4), e0230486. 10.1371/journal.pone.0230486
- Rajarethinam, J., Ong, J., Neo, Z. W., Ng, L. C., & Aik, J. (2020). Distribution and seasonal fluctuations of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* larval and pupae in residential areas in an urban landscape. *PLoS neglected tropical diseases*, 14(4), e0008209. 10.1371/journal.pntd
- Reis, I. C., Gibson, G., Ayllón, T., de Medeiros Tavares, A., de Araújo, J., da Silva Monteiro, E., Rodrigues Aguiar, A., de Oliveira, J. V., de Paiva, A., Wana Bezerra Pereira, H., Dantas Monteiro, J., Sá Carvalho, M., Sabroza, P. C., Alves Honório, N., & ARBOALVO Network (2019). Entomo-virological surveillance strategy for dengue, Zika and chikungunya arboviruses in field-caught *Aedes* mosquitoes in an endemic urban area of the Northeast of Brazil. *Acta tropica*, 197, 105061. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105061>
- Ricas Rezende, H., Malta Romano, C., Morales Claro, I., Santos Caleiro, G., Cerdeira Sabino, E., Felix, A. C., Bissoli, J., Hill, S., Rodrigues Faria, N., Cardoso da Silva, T. C., Brioschi Santos, A. P., Cerutti Junior, C., & Vicente, C. R. (2020). First report of *Aedes albopictus* infected by Dengue and Zika virus in a rural outbreak in Brazil. *PloS one*, 15(3), e0229847. 10.1371/journal.pone.0229847
- Saleh, F., Kitau, J., Konradsen, F., Alifrangis, M., Lin, C. H., Juma, S., Mchenga, S. S., Saadaty, T., & Schiøler, K. L. (2018). Habitat Characteristics For Immature Stages of *Aedes aegypti* In Zanzibar City, Tanzania. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 34(3), 190–200. 10.2987/17-6709.1
- Santos, I., Braga, C., de Souza, W. V., de Oliveira, A., & Regis, L. N. (2020). The influence of meteorological variables on the oviposition dynamics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in four environmentally distinct areas in northeast Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 115, e200046. 10.1590/0074-02760200046
- Silva, M. A. N. D., Calado, D. C., Tissot, A. C., & Chrestani, M. (2001). Biologia de imaturos e adultos de *Aedes albopictus* sob condições de laboratório e ecologia de Culicidae em área de mata de Curitiba, PR. *Informe Epidemiológico do SUS*, 10, 17-19. 10.5123/S0104-16732001000500004
- Soares-da-Silva, J., Ibiapina, S. S., Bezerra, J. M., Tadei, W. P., & Pinheiro, V. C. (2012). Variation in *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Diptera, Culicidae) infestation in artificial containers in Caxias, state of Maranhão, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 45(2), 174–179. 10.1590/s0037-86822012000200007
- Vasconcelos, P. F. D. C. (2015). Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas? *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 6(2), 9-10. 10.5123/S2176-62232015000200001
- Vannavong, N., Seidu, R., Stenström, T. A., Dada, N., & Overgaard, H. J. (2017). Effects of socio-demographic characteristics and household water management on *Aedes aegypti* production in suburban and rural villages in Laos and Thailand. *Parasites & vectors*, 10(1), 1-14.
- Vega-Rúa, A., Zouache, K., Girod, R., Failloux, A. B., & Lourenço-de-Oliveira, R. (2014). High level of vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from ten American countries as a crucial factor in the spread of Chikungunya virus. *Journal of virology*, 88(11), 6294–6306. 10.1128/JVI.00370-14
- Weaver S. C. (2014). Arrival of chikungunya virus in the new world: prospects for spread and impact on public health. *PLoS neglected tropical diseases*, 8(6), e2921. 10.1371/journal.pntd.0002921