Universidade de São Paulo

Faculdade de Saúde Pública

Investigação da influência de fatores ambientais na presença, densidade e distribuição espacial de culicídeos vetores, na zona Oeste da capital, São Paulo.

Morgana M. Cavalcanti de S. L. Diniz

Tese apresentada ao programa de Pós – graduação em Saúde Pública para obtenção do título de Doutor em Saúde Pública.

Área de Concentração: Epidemiologia

Orientador: Dr. Paulo Roberto Urbinatti

Versão revisada
São Paulo

2018

Investigação da influência de fatores ambientais na presença, densidade e distribuição espacial de culicídeos vetores, na zona Oeste da capital, São Paulo.

Morgana M. Cavalcanti de S. L. Diniz

Tese apresentada ao programa de Pós – graduação em Saúde Pública para obtenção do título de Doutor em Saúde Pública.

Área de Concentração: Epidemiologia

Orientadora: Dr. Paulo Roberto Urbinatti

Versão revisada
São Paulo

2018

Agradecimentos

Ao meu orientador Dr. Paulo Roberto Urbinatti. Foi um presente poder desenvolver esse trabalho sob sua orientação, sua imensa generosidade me ensinou a ser uma pessoa melhor. Por tudo obrigada!

Aos diretores da Faculdade de Saúde Pública/USP, Dra. Helena Ribeiro e Dr. Victor Wünsch Filho, pela concessão do transporte da equipe da FSP/USP até a Cidade Universitária.

À Prefeitura do Campus USP da Capital, SP, pela disponibilização de espaço físico e equipe de campo para realização das coletas. Agradecimento especial a Bióloga, Dra. Daniella Vilela Lima, ao Biólogo Dr. Ricardo Prist, da Seção de Controle de Vetores, da Prefeitura do Campus USP; aos servidores da Prefeitura, José Cícero da Silva e Wilson Wanderley (Sasá).

Aos alunos bolsistas do SGA: Isabela Castro Ramos e Luís Gustavo Lopumo Arruda, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Ao Biólogo Aristides Fernandes, pelas dúvidas sanadas, quanto ao diagnóstico das espécies de culicídeos.

Aos meus amigos de laboratório Marta, Filipe, Ronan e Pâmela, obrigada pela ajuda, colaboração, e acima de tudo pela amizade construída, obrigada!

À Rosa Maria M. de Sá Almeida, Técnico de Laboratório da FSP/USP, pela disposição em me ajudar nas atividades de laboratório.

À minha amiga Cecília Lavistchika pela amizade sincera, generosidade e ajuda preciosa.

Ao Dr. Everton Falcão pela colaboração nas análises estatísticas e pela disponibilidade em dividir seus conhecimentos.

Ao Profº Dr. Francisco Chiaravalloti-Neto do Departamento de Epidemiologia da FSP/USP pela colaboração na produção dos mapas.

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

À Superintendência de Gestão Ambiental da Universidade de São Paulo (SGA/USP) pelo financiamento do projeto.

À minha família por tudo, muito obrigada!

A todos muito OBRIGADA

Resumo

DINIZ, M.M.C.S.L. **Investigação da influência de fatores ambientais na presença, densidade e distribuição espacial de culicídeos vetores, na zona Oeste da capital São Paulo.** [Tese (Doutorado em Saúde Pública)]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2018.

Introdução: Várias espécies de culicídeos são vetores de patógenos que causam graves doenças em humanos e outros animais. **Objetivos:** Investigar a presença e distribuição espacial de insetos vetores na Cidade Universitária, zona Oeste – São Paulo e os fatores ambientais associados a sua ocorrência. **Metodologia:** A área de estudo foi a Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), que foi dividido em quatro partes. As coletas com ovitrampas e adultraps foram realizadas de dezembro de 2013 a novembro de 2014, mensalmente foram sorteados dez pontos de coleta por área, em cada área foram instaladas dez ovitrampas e dez adultraps. As coletas com aspirador ocorreram de janeiro a dezembro de 2014 e mensalmente foram sorteados dois pontos por área para realização das aspirações, totalizando oito pontos de coletas por mês, resultando em 120 minutos/mensal. Todo material coletado foi levado ao Laboratório de Entomologia em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da USP para análise. **Resultados:** De maneira geral as variáveis ambientais influenciaram na presença dos culicídeos coletados. O índice de densidade de ovos sofreu influência significativa da temperatura, enquanto que a pluviosidade afetou mais significativamente a presença do adulto. Em relação à aspiração *Culex quinquefasciatus* foi a espécie predominante em todas as coletas, seguida de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*. Porém apenas *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* apresentaram correlação significativa com as variáveis climáticas. **Conclusão:** a presença de culicídeos vetores na Cidade universitária foi

expressiva praticamente o ano inteiro, tornando esse local um meio propício para propagação de várias arboviroses, necessitando um monitoramento constante da presença desses vetores.

Palavras-chave: culicidae, vetores, arbovirose, fatores ambientais, distribuição espacial.

Abstract

DINIZ, M.M.C.S.L. **Investigation of the influence of environmental factors on the presence, density and spatial distribution of culicids vectors, in the western zone of the capital, São Paulo**. [Tese (Doutorado em Saúde Pública)]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2018.

Introduction: Several species of culicidae are vectors of pathogens that cause serious diseases in humans and other animals. **Objectives**: To investigate the presence and spatial distribution of vector insects in Cidade Universitária, Oeste - São Paulo and the environmental factors associated with its ocurrence. **Methodology**: The study area was the University City Armando de Salles Oliveira (CUASO), which was divided into four parts. The collections with ovitraps and adultraps were carried out from December 2013 to November 2014, monthly there were drawn ten collection points per area, in each area were installed ten ovitraps and ten adultraps. The collections with eletric aspirators (12V battery) occurred from January to December 2014 and monthly there were drawn two points per area to make the aspirations, totaling eight collection points per month, resulting in 120 minutes / month. All collected material was taken to the Laboratory of Entomology in Public Health of the Faculty of Public Health of USP for analysis. **Results:** In general the environmental variables influenced the presence of culicids collected. The egg density index was significantly influenced by temperature, while

rainfall affected the adult presence more significantly. Regarding aspiration *Culex quinquefasciatu*s was the predominant species in all collections, followed by *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*. However, only *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* showed a significant correlation with climatic variables. **Conclusion:** the presence of culicids insects in the University City was expressive practically all year round, making this place a propitious medium for the propagation of several arboviruses, necessitating a constant monitoring of the presence of these vectors.

Keywords: Culicidae, vectors, arbovirose, environmental factors, spatial distribution.

Apresentação

O presente estudo resulta do projeto Central intitulado "Estratégias para prevenção da transmissão do vírus da dengue na Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira", tendo como pesquisador responsável o Dr. Paulo Roberto Urbinatti. Esse projeto contou com a parceria da Faculdade de Saúde Pública, Prefeitura do Campus da USP e Instituto de Ciências Biomédicas II. A pesquisa foi financiado pela SGA – USP, Processo Nº 13.1.32258.1.6. O objetivo desse projeto foi desenvolver estratégias de gestão ambiental e sustentabilidade destinadas ao monitoramento do *Aedes aegypti* e do vírus da dengue para vigilância dessa arbovirose na Cidade Universitária. Na Tese a seguir são apresentados resultados referentes aos aspectos ecológicos dos insetos vetores e discutida sua importância epidemiológica e sua relação com as variáveis ambientais.

A metodologia empregada e os resultados alcançados são descritos em três manuscritos, que seguem as normas dos periódicos científicos onde foram publicados ou serão submetidos para publicação.

1. **Influência de fatores climáticos na presença, densidade e distribuição de *Aedes aegypti* na Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013-2014.** Este artigo foi aceito para publicação na Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde em 2018.

2. **Avaliação da presença de culicídeos na Zona Oeste da Capital Paulista associada a fatores ambientais**. Este manuscrito foi submetido à Revista Pan-Amazônica de Saúde.

3. **Oviposição e Distribuição Espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na Zona Oeste de São Paulo – Capital.** Este manuscrito será submetido à Revista Cinetífica.

Sumário

1. Introdução..... 10

1.1.Presença de culicídeos vetores e fatores ambientais..... 10

1.2.Agentes patogênicos e seus vetores..... 13

1.3.Vigilância entomológica de vetores..... 15

2.Objetivos..... 16

2.1 Objetivos específicos..... 16

3.Resultados..... 17

3.1.Manuscrito 1..... 17

3.2.Manuscrito 2..... 35

3.3.Manuscrito 3..... 49

4.Conclusões..... 65

5.Referências..... 67

Anexo 1 – Currículo LATTES da autora e do orientador..... 70

1. Introdução

1.1. Presença de culicídeos vetores e fatores ambientais

Os culicídeos são insetos de desenvolvimento completo, suas formas imaturas são aquáticas e os adultos são alados, sendo a maioria das fêmeas hematófagas e responsáveis por veicular aos vertebrados os agentes patogênicos de diversas doenças. Alguns desses mosquitos apresentam elevada capacidade de se adaptar ao ambiente urbano, configurando as moradias humanas e demais instalações um cenário ideal para o estabelecimento permanente de algumas dessas espécies. A presença desses insetos no ambiente é influenciada de maneira direta pelas condições climáticas e de degradação do mesmo (Morse 1995, Foratini 2002, Costa et al 2008).

Mudança climática é a variação significativa de determinado parâmetro do clima que permanece por um prolongado intervalo de tempo, essa mudança pode ocorrer de forma natural ou causada pelo homem. Os impactos dessa mudança refletem direta e indiretamente em diversos setores, como saúde da população, biodiversidade dos ecossistemas e infraestrutura urbana. Diretamente com ondas de calor, desastres naturais e indiretamente com propagação de doenças veiculadas pela água, pelos alimentos e por vetores (Galati et al 2015).

Os fatores ambientais podem influenciar diretamente no ciclo biológico dos mosquitos e no desenvolvimento dos parasitas por eles veiculados. O aumento da temperatura, por exemplo, abrevia o espaço de tempo que o mosquito leva do estágio de ovo até a fase adulta, aumentando o número de gerações e consequentemente a densidade do vetor, proporcionando um contato mais constante com o hospedeiro (Beserra 2006, Galati 2015). As fêmeas ao realizarem um repasto infectante passam a carregar os patógenos responsáveis por determinada doença, mas para esses agentes patogênicos estarem prontos para serem veiculados é necessário um intervalo de tempo

dentro do tubo digestório do vetor. E a temperatura também influencia esse processo, quanto mais alta a temperatura, mais rápido esses parasitas estarão aptos a serem transmitidos e infectarem outros hospedeiros suscetíveis (Galati et al 2015).

Como a temperatura os índices pluviométricos também conseguem interferir no desenvolvimento, presença, distribuição espacial e temporal dos insetos vetores. Alguns autores constaram que a elevação na densidade de chuvas contribuiu para maior infestação de *Aedes aegypti* e ocorrência de surtos de dengue (Silva et al 2003; Beserra et al 2014; Galati et al 2015). É importante ressaltar que nos períodos de baixa precipitação o acúmulo de água em recipientes inadequados proporcionam criadouros artificiais para determinados insetos vetores, além de fatores climáticos a falta de infraestrutura das cidades favorecem uma situação de permanente vulnerabilidade (Silva et al 2003; Coelho et al 2012; Beserra et al 2014; Galati et al 2015).

Os aspectos econômicos, sociais e políticos como migração, desmatamento e a desigualdade social nas áreas urbanas podem acentuar a interferência causada pelas mudanças climáticas no desenvolvimento dos insetos. A urbanização tem um papel fundamental na distribuição espacial dos mesmos, em áreas densamente habitadas apenas sobrevivem espécies capazes de se adaptar as ações realizadas pelo homem. Além disso, o crescente processo de urbanização e migração aliada às alterações ambientais interfere decisivamente na disseminação das doenças transmitidas por esses artrópodes (Foratini 2002; Alves et al 2010; Galati 2015).

No Brasil mais de 80% da população encontra-se na área urbana, com graves falhas no setor de infraestrutura como coleta adequada do lixo, gerenciamento dos resíduos sólidos e abastecimento regular de água. Outros fatores como grande disponibilidade de criadouros, condições climáticas favoráveis dificultam, em curto

prazo, a apresentação de ações que visem erradicar o vetor (Brasil 2009; Beserra et al 2014).

1.2. Agentes patogênicos e seus vetores

Os arbovírus são vírus que infectam vertebrados e invertebrados, necessitando de artrópodes hematófagos para sua transmissão. Esses vírus apresentam uma ampla distribuição geográfica abrangendo praticamente todos os continentes, sendo mais predominante nas regiões tropicais por oferecerem condições ecológicas mais favoráveis (Travassos da Rosa et al, 1997; Fávaro et al, 2006; Casseb et al, 2013).

Na Floresta Amazônica se concentra uma das maiores reservas de arbovírus do mundo, além das condições climáticas favoráveis existe abundância de artrópodes hamatófagos e vertebrados silvestres, caracterizando um ambiente propício para manutenção desses arbovírus. No Brasil já foram isolados aproximadamente 210 tipos de vírus, onde 34 estão associados à infecção humana. Os principais arbovirus emergentes no país que ganham destaque na Saúde Pública por estarem ligados a grandes epidemias causando morbidade ou letalidade aos seres humanos são: Dengue, Febre Amarela, Mayaro, Oropouche e Rocio. Nas regiões tropicais as arboviroses tem se tornado uma ameaça constante por causa das mudanças climáticas, ocupação desordenada das áreas urbanas e condições sanitárias precárias que propiciam a transmissão desses arbovírus (Travassos da Rosa et al, 1997; Casseb et al, 2013; Lopes et al 2014).

Os vírus da dengue são compostos por quatro sorotipos, e sua transmissão ocorre por meio da picada do mosquito *Aedes aegypti*. Em outros países o *Ae. albopictus* é considerado vetor da dengue, chikungunya e outras arboviroses, no entanto, aqui no Brasil ele ainda não é um vetor comprovado. Esse vírus pode afetar pessoas de todas as idades, causando a febre da dengue até as formas mais graves e letais. A febre amarela se caracteriza como uma doença infecciosa febril, podendo se agravar

e levar a morte. O vírus dessa doença possui dois ciclos epidemiológicos um silvestre e outro urbano, sendo *Aedes aegypti* o principal vetor urbano desse arbovirus. O vírus mayaro é disseminado por mosquitos do gênero *Aedes* causando surtos de doença febril aguda e dor de cabeça. O vírus Oropouche é transmitido pelo mosquito *Aedes serratus* e *Culex quinquefasciatus*. Sabe-se que os sítios epidêmicos do ORO ocorrem nas áreas tropicais da América Central e do Sul. O vírus Rocio pode causar desde infecção assintomática até encefalite aguda, acredita-se que seus vetores sejam os mosquitos *Aedes* e *Psorophora* (Forattini 2002; Casseb et al 2013; Lopes et al 2014).

1.3. Vigilância entomológica de vetores

Há muitos anos a dengue tem se tornado um grande desafio para a Saúde Pública no Brasil. Seu principal vetor urbano, *Aedes aegypti*, é uma espécie domiciliada tendo o homem como sua principal fonte sanguínea para alimentação. Por se tratar de um inseto altamente adaptável, de difícil controle a vigilância desse vetor é essencial na luta contra a dengue e outras arboviroses (Donalisio e Glasser 2002; Tauil 2002; Braga e Valle, 2007). A vigilância de culicídeos vetores fornece base para prevenir a ocorrência de doenças ao passo que norteia as ações de controle, as atividades de campo e o risco de ocorrência de arboviroses (Donalisio e Glasser 2002; Fávaro, 2006).

O principal método de vigilância entomológica usada no Brasil é a pesquisa larvária em criadouros. Outro método pouco utilizado é a armadilha de oviposição (ovitrampa), que permite determinar a densidade, dispersão geográfica, sazonalidade e detecção precoce de uma possível infestação, como também indicar o maior e menor período de reprodutividade das fêmeas (Glasser e Gomes, 2002; Donalisio e Glasser 2002; Fávaro 2006). Esse método de coleta vem demonstrando ao longo do tempo ser uma maneira sensível e econômica de identificar a presença do *Ae. aegypti* (Braga e Valle, 2007; Glasser e Gomes, 2002). Os índices calculados com uso das ovitrampas podem traduzir a distribuição espacial de uma infestação em determinado local e indicar períodos de maior e menor reprodução das fêmeas (Glasser e Gomes, 2002; Braga e Valle 2007).

No pilar central da vigilância entomológica está a ecologia de vetores, pois ainda há muito a ser investigado sobre o comportamento do *Ae. aegypti* e de outros vetores (Donalísio e Glasser, 2002).

1.4. Justificativa

A prevenção de epidemias de doenças veiculadas por culicídeos depende fundamentalmente da redução populacional dos vetores no domicílio e peridomicílio, no entanto o controle desses insetos encontra inúmeras dificuldades. Nesse sentido a vigilância entomológica ajuda a prevenir a proliferação desses vetores ao passo que norteia as ações de controle e atividades de campo (Tauil, 2002; Donalisio e Glasser 2002; Fávaro, 2006). Considerando que o comportamento dos culicídeos é influenciado pelo meio ambiente, é de fundamental importância conhecer essa interação ecológica. A fim de compreender a dinâmica populacional desses mosquitos para que as estratégias de ação sejam aprimoradas.

2. Objetivos

Investigar a presença e distribuição de culicídeos vetores na Cidade Universitária, zona Oeste – São Paulo e os fatores ambientais associados a sua presença.

2.1. Objetivos específicos

a- Avaliar a presença de culicídeos vetores por meio de indicadores entomológicos de monitoramento.

b- Avaliar a possível associação dos indicadores entomológicos com fatores ambientais naturais.

c- Georreferenciar as informações entomológicas obtidas.

d- Identificar aglomerados de vetores e produzir mapa da infestação vetorial.

3. Resultados

3.1 Manuscrito 1

Aceito para publicação na Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde

Influência de fatores climáticos na presença, densidade e distribuição de *Aedes aegypti* na Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013-2014.

Influence of climatic factors on the presence, density and distribution of *Aedes aegypti* at the University of São Paulo, São Paulo, 2013-2014.

Influencia de factores climáticos en la presencia, densidad y distribución de *Aedes aegypti*, em la Universidad São Paulo, São Paulo, 2013-2014.

Fatores climáticos e *Aedes aegypti* na Universidade de São Paulo

Morgana M. C de S. L Diniz[1], Daniella Vilela Lima[2], Filipe G. M. Pancetti[1], Delsio Natal[1], Paulo Roberto Urbinatti[1]

1. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Programa de Pós – graduação em Saúde Pública, São Paulo, SP, Brasil

2. Universidade de São Paulo, Prefeitura do Campus da Universidade de São Paulo - Capital, São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

Objetivo: avaliar a presença do *Aedes aegypti* por meio de indicadores entomológicos de monitoramento, associando as variáveis meteorológicas. **Métodos**: As coletas ocorreram de dezembro de 2013 a novembro de 2014, mensalmente foram instaladas 40 ovitrampas e 40 adultraps, o material coletado foi levado ao laboratório para análise. Após análise foram calculados os índices IDO (índice de densidade de ovos), IPO (índice de positividade das ovitrampas), $IP_{aegypti}$ (índice da presença de *Ae. aegypti*) e $Mf_{aegypti}$ (média de fêmeas); todos esses indicadores foram associados a variáveis ambientais. **Resultados:** Abril (90%) foi o mais expressivo para o IPO e setembro

(80,5) o de maior IDO. Para os adultos janeiro (11,8%) apresentou o maior $IP_{aegypti}$, para $Mf_{aegypti}$ março (0,15) foi mais representativo. **Conclusão** A presença do *Ae. aegypti* na Cidade Universitária foi expressiva ao longo do ano, necessitando um monitoramento constante da presença do vetor.

Descritores: Monitoramento;Vetores de doenças; Indicadores.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the presence of *Aedes aegypti* by means of entomological monitoring indicators, associating the meteorological variables. **Methods:** The collections occurred from December 2013 to November 2014, with 40 ovitraps and 40 adultraps being installed monthly, the collected material was taken to laboratory for analysis. After the analysis, the indexes IDO (egg density index), IPO (ovitrappa positive index), $IP_{aegypti}$ (*Ae. Aegypti* presence index) and $Mf_{aegypti}$ (average of females) were calculated; all these indicators were associated with environmental variables. **Results:** April (90%) was the most expressive for the IPO and September (80.5) the highest for IDO. For adults January (11.8%) presented the highest $IP_{aegypti}$, for March $Mf_{aegypti}$ (0.15) was the most representative. **Conclusion:** The presence of *Ae. aegypti* in the University City was expressive throughout the year, necessitating a constant monitoring of the presence of the vector.

Keywords: Monitoring; Disease vectors; Indicators.

RESUMEN

Objetivo: evaluar la presencia del *Aedes aegypti* por medio de indicadores entomológicos de monitoreo, asociando las variables meteorológicas. **Métodos**: Las colectas ocurrieron de diciembre de 2013 a noviembre de 2014, mensualmente se instalaron 40 ovitrampas y 40 adultraps, el material recolectado fue llevado al laboratorio para análisis. Después del análisis se calcularon los índices IDO (índice de densidad de huevos), IPO (índice de positividad de las ovitrampas), IP*aegypti* (índice de la presencia de *Ae. Aegypti*) y Mf*aegypti* (promedio de hembras); todos estos indicadores se asociaron a variables ambientales. **Resultados**: Abril (90%) fue el más expresivo para el IPO y septiembre (80,5) el de mayor IDO. Para los adultos enero (11,8%) presentó el mayor IP*aegypti*, para Mf*aegypti* marzo (0,15) fue más representativo. **Conclusión:** La presencia del *Ae. aegypti* en la Ciudad Universitaria fue expresiva a lo largo del año, necesitando un monitoreo constante de la presencia del vector.

Descriptores: Monitoreo; Vectores de enfermedades; Indicadores.

Introdução

O *Aedes aegypti* é o principal vetor do vírus da dengue, chikungunya, zika e febre amarela urbana tornando – se um grande desafio em Saúde Pública nas regiões tropicais e subtropicais onde o clima favorece sua proliferação[1,2,3]. Os fatores ambientais podem interferir no ciclo biológico dos insetos e na disseminação de patógenos por eles transmitidos[4,5,6]. Alguns autores já demonstraram maior incidência de dengue nas estações chuvosas e de altas temperaturas. Como o controle é um desafio, a vigilância do vetor se torna essencial na luta contra a dengue e outras arboviroses.[7,8,9]

Como os fatores ecológicos (precipitação e temperatura) possuem uma forte influência no ciclo de vida, reprodução, alimentação e sobrevivência dos insetos. Estudar essa interação entre vetor e variáveis ecológicas auxilia a entender a dinâmica populacional bem como aprimorar as estratégias de controle. Pois as mudanças climáticas atinge de forma considerável a população sendo as doenças veiculadas pela água, pelos alimentos e por vetores exemplos de como esse fenômeno interfere no meio[4,6].

Levando em consideração a ligação existente entre os fatores climáticos e a dinâmica populacional dos insetos, se faz necessário entender essa relação, a fim de aprimorar o monitoramento desse vetor e direcionar as ações de controle na tentativa de minimizar surtos e propagação de arboviroses no país. Por esse motivo objetivou-se avaliar a presença do *Ae. aegypti* por meio de indicadores entomológicos de monitoramento, associando as variáveis meteorológicas.

Métodos

Estudo de natureza ecológica, a fim de investigar se os fatores ambientais (pluviosidade e temperatura) interferem na presença e densidade do *Aedes aegypti*, na Cidade Universitária (Universidade de São Paulo) na Cidade de São Paulo.

As coletas foram realizadas de dezembro de 2013 a novembro de 2014, na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO) situada no Bairro Butantã, na zona Oeste de São Paulo (SP), apresenta uma extensão de 3.648.944,40 m^2, estima-se que nesse espaço circule cerca de 80 mil diariamente.

Para a realização das coletas a Cidade Universitária (Figura 1) foi dividida em quatro áreas e mensalmente foram sorteados dez pontos de coleta por área, sendo que em cada área foram instaladas dez ovitrampas e dez adultraps, totalizando 40 ovitrampas e 40 adultraps por coleta. As armadilhas permaneceram expostas por cinco dias em cada mês de coleta, após esse período foram retiradas e o material levado ao Laboratório de Entomologia em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da USP para análise.

Para coleta de ovos foram utilizadas ovitrampas de cor preta que continham uma palheta de eucatex como substrato para oviposição e 450ml de água de torneira, acrescida 50ml de infusão de feno concentrada. Esse método de coleta de ovos vem demonstrando ser sensível, específico e econômico para detectar a presença de *Ae. Aegypti* [10,11]. Os índices usados para avaliação de imaturos por meio da ovitrampa foram: Índice de Positividade da Ovitrampa (IPO) e Índice de Densidade de Ovos (IDO).

Índice de positividade da ovitrampa (IPO) = , onde:

NAP = Número de armadilhas positivas

NAD = Número de armadilhas distribuídas

Índice de densidade de ovos (IDO) = , onde:

NO = Número de ovos

NAP= Número de armadilhas positivas

Com o uso da ovitrampa como indicador entomológico é possível demonstrar a distribuição espacial da infestação do vetor em uma localidade, por meio do IPO e também detectar novas infestações em áreas com baixa densidade do vetor, utilizando-se o IDO[12,13].

A Adultrap foi usada para coletar alados, proporcionando as condições necessárias que a fêmea procura após um repasto sanguíneo antes da oviposição. A armadilha foi preenchida com aproximado 450ml de água de torneira e acrescido 50ml de infusão de feno concentrada, a mesma apresenta forma cilíndrica e possui uma abertura na extremidade superior por onde o mosquito entra e não consegue mais sair da armadilha. Para retirada dos alados, as adultraps eram colocadas em gelo seco até a morte do mosquito, depois aberta e o mesmo era coletedo e armazenado. A utilização da adultrap como método de coleta de adultos auxilia na medição da infestação de mosquitos adultos em uma área[14]. Os indicadores de monitoramento utilizado para adultrap foram: Índice de Presença de *Aedes aegypti* ($IP_{aegypti}$) e Média de fêmea de *Aedes aegypti* ($Mf_{aegypti}$)[15]. Para todas as coletas, a infusão de feno foi preparada com a leguminosa alfafa (*Medicago sativa*).

Índice de presença de *Aedes aegypti*

Índice de presença de *Aedes aegypti* = (Número de armadilhas positivas para a espécie / Número de armadilhas distribuídas) X 100.

Média de fêmea de *Aedes aegypti*

Média de fêmeas de *Aedes aegypti* = Número de fêmeas capturadas nas armadilhas / Número de armadilhas distribuídas em dada área.

Os dados meteorológicos como pluviosidade e temperatura foram cedidos pelo Centro de Gerenciamento de Emergências da Prefeitura de São Paulo (CGE).

As ferramentas estatísticas utilizadas foram não paramétricas. A associação entre os dados bióticos e abióticos foi analisada por meio do coeficiente de correlação de Spearman (r_s), o valor de *p* usado para demonstrar a significância estatística foi de 0,05. As análises foram conduzidas no software R versão 3.2.0.

Resultados

Foram realizadas 12 coletas de dezembro de 2013 a novembro de 2014, totalizando 6.177 ovos de *Aedes* e 17 adultos de *Ae. aegypti* . A temperatura média mais alta ocorreu no mês de janeiro e mais baixo no mês de agosto, o mês de março foi o de maior índice pluviométrico (Tabela 1).

Tabela 1. Pluviosidade e Temperatura média registrada na Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP, de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

Mês/ano	Pluviosidade média (mm)	Temperatura média (^{0}C)	
		Mínima	Máxima
Dezembro/2013	2,41	19,31	30,81
Janeiro/2014	5,52	20,12	31,81
Fevereiro/2014	2,02	20,22	31,12
Março/2014	12,46	18,71	29,90
Abril/2014	2,30	17,90	28,81
Maio/2014	-	14,42	25,71
Junho/2014	3,38	12,33	21,52
Julho/2014	1,46	12,31	21,81
Agosto/2014	0,85	11,61	22,23
Setembro/2014	1,62	12,62	25,90
Outubro/2014	1,35	13,31	25,50
Novembro/2014	2,52	17,90	29,41

O mês de abril (90%) foi o mais representativo para o IPO, enquanto setembro apresentou baixo índice, menos de 10% das ovitrampas foram positivas e em julho esse índice foi 0 (Figura 1). Em relação ao IDO, setembro foi o mês mais elevado (80,50), enquanto maio e julho se mostraram baixos sendo (13,29 e 0) respectivamente (Figura 2).

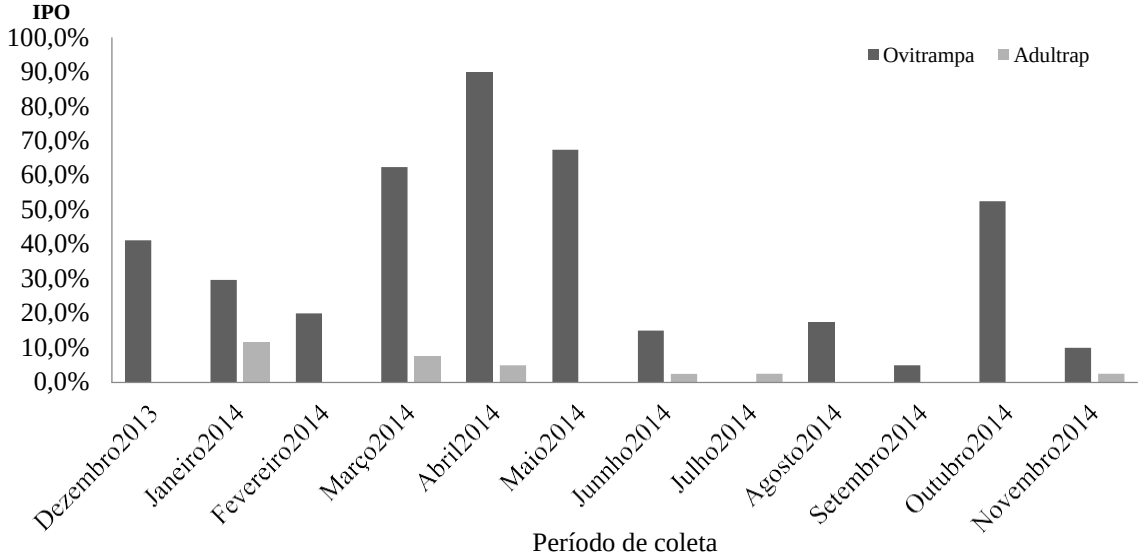


Figura 1. Índice de positividade das ovitrampas (IPO) e da presença de *Aedes aegypti* nas adultraps instaladas na Cidade Universitária campus/USP, Capital, SP, de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

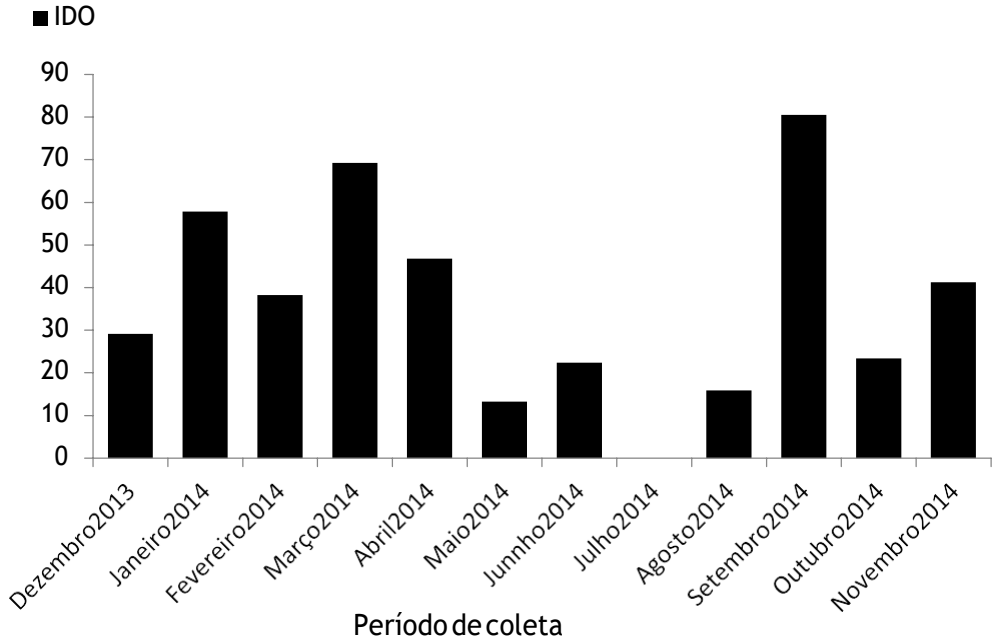


Figura 2. Índice de densidade de ovos (IDO) registrados na Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP, de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

Para os adultos coletados na adultrap, janeiro (11,71%), foi o mês de maior índice de presença de *Ae. aegypti*, (Figura 1) e para média mensal de fêmeas o mês de março (0,15) foi o mais representativo (Figura 3).

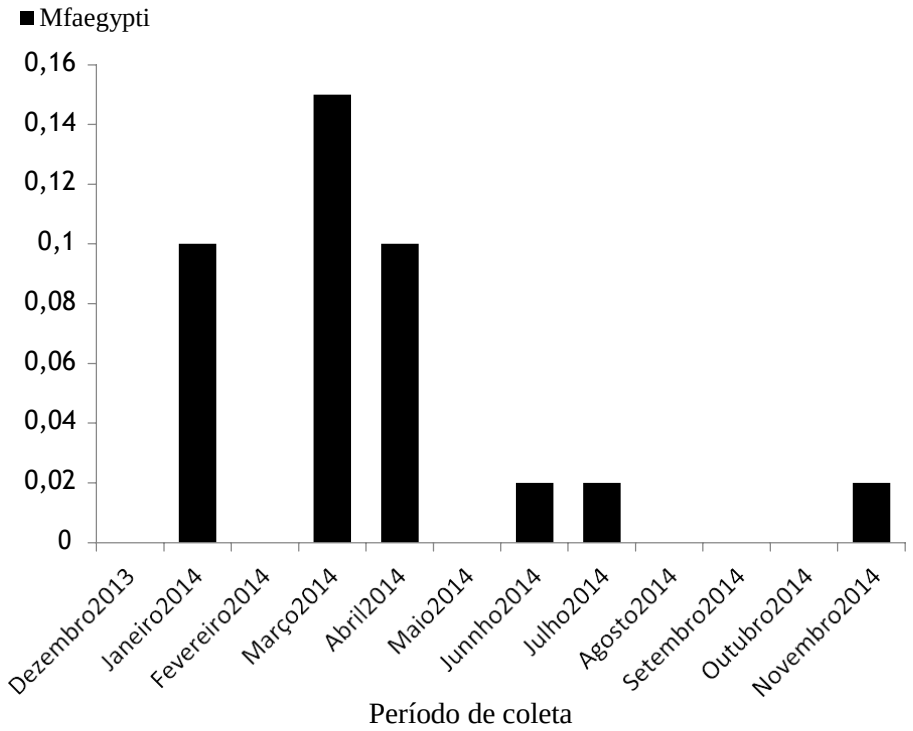


Figura 3. Média mensal de fêmeas de *Aedes aegypti* coletadas na Adultrap, na Cidade Universitária Campus/USP, Capital, SP, no período de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

Os resultados apresentados na (Tabela 2) mostram os testes de correlação entre os indicadores entomológicos (IPO e IDO) e as variáveis abióticas (temperatura e precipitação). Verificou-se para o IPO, associação positiva com todas as variáveis abióticas, apresentando uma moderada correlação com a média de temperatura mínima e máxima, porém não foi significante; já para pluviosidade a correlação foi significante, mas o valor de r_s (0,02) indica uma baixa correlação. O maior valor de r_s (0,42) para esse índice foi o encontrado na correlação com temperatura mínima média, mas não foi significante. O IDO também apresentou associação positiva com todos os fatores abióticos. Obteve-se valores de r_s superior aos do IPO, considerando-se uma associação

alta entre IDO e fatores abióticos; os valores de r_s mais altos e significantes foram 0,62 e 0,65 para pluviosidade e temperatura máxima média, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Valor do Coeficiente de Correlação de Spearman (r_s) entre os Indicadores entomológicos e as variáveis abióticas na Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP, de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s)			
	IPO	IDO	$Ip_{aegypti}$	$Mf_{aegypti}$
Pluv. média	0,02*	0,62*	0,76*	0,78*
Temp. min. média	0,42**	0,43**	0,30**	0,28**
Temp. max. média	0,31**	0,65*	0,30**	0,25**

*significativo ($p \leq 0,05$) **não significativo

O $Ip_{aegypti}$ mostrou com uma correlação positiva entre todos os fatores abióticos, registrando-se valores de r_s em torno de 0,30, para média de temperatura mínima e máxima, considerando-se uma moderada associação, porém não significante. Para pluviosidade média esse índice apresentou um valor de r_s de 0,76, verificando-se uma forte e significante associação entre ambos. Para a $Mf_{aegypti}$ ocorreu correlação positiva, porém forte e significante para pluviosidade média (r_s = 0,78). Com a média de temperatura mínima e máxima, apresentou-se associação fraca e não significante (r_s = 0,28 e 0,25), respectivamente (Tabela 2).

Discussão

As variáveis ambientais influenciaram na presença do vetor, na densidade de ovos, no índice de positividade das armadilhas e na média de fêmeas. O IDO sofreu influência mais significativa da temperatura, enquanto que a pluviosidade afetou mais significativamente a densidade de ovos, a média de fêmeas e a presença do adulto.

Nesse estudo ovos de *Ae. aegypti* foram encontrados praticamente todos os meses do ano, corroborando resultados encontrados por Serpa et al[16] (2006) na Cidade de Potim, (SP), onde ovos foram coletados o ano inteiro. Esse comportamento também foi evidenciado por Beserra et al[17] (2014) no estado da Paraíba. A presença desse vetor em todos os meses do ano e em diversas localidades demonstra sua capacidade de adaptação as diferentes condições climáticas. Os seres vivos de maneira geral são influenciados pelas condições climáticas do ambiente em que vivem. A pluviosidade e temperatura afetam de forma significativa a fecundidade, longevidade, hematofagia, distribuição e abundância do *Aedes*. [18,19,20] .

O uso das armadilhas de oviposição além de ser prático para monitoramento do vetor demonstra-se sensível para detectar a presença do mesmo em uma determinada área, enquanto que a adultrap pode auxiliar na medição da infestação de mosquitos adultos em uma localidade[7,13].

O IPO traduz a distribuição espacial de uma infestação na localidade de estudo, enquanto o IDO indica os períodos de maior e menor reprodução das fêmeas de mosquitos[7,13]. Almeida et al[21] (2013) obtiveram uma infestação máxima das ovitrampas de 86,7%; no presente estudo o IPO chegou a 90% no mês de abril, Serpa et al[16] (2006) também observaram um pico de *Ae. aegypti* no mesmo mês. Segundo o Ministério da Saúde[22](2016) o pico de incidência de dengue no país em 2015 ocorreu no mês de abril.

Apesar de não ser um mês de maior precipitação, esse elevado número de positividade das ovitrampas pode ser explicado pelo acúmulo de água em recipientes proporcionando criadouros para esses insetos. Para Forattini e Brito[23] (2003) a existência de reservatórios propiciam condições para a manutenção de populações de *Ae. aegypti*, mesmo em períodos de baixa precipitação.

Myiazaki et al[24] (2009) encontraram os maiores níveis de IPO nos meses de outubro e dezembro, enquanto que para o IDO os meses mais significativos foram julho e agosto. Para os IDO obtidos nessa pesquisa, pode-se inferir que provavelmente setembro foi o mês de maior reprodução das fêmeas de *Ae. aegypti*, o aumento da temperatura pode ter contribuído para esse elevado número de ovos, visto que a temperatura é um dos principais fatores ecológicos que interfere no ciclo de vida dos insetos. Sendo assim, esse fator ecológico pode ser usado para entender a dinâmica populacional de vetores e traçar ações adequadas para seu controle[4].

Nesse estudo a pluviosidade média demonstrou uma forte e significante influência na presença do adulto, na média de fêmeas coletadas e no índice de densidade de ovos. Corroborando resultados encontrados por Almeida et al[21] (2013) onde a chuva também teve influência significante no nível de infestação do vetor. Zeidler et al[25] (2008) verificaram que a população do *Ae. aegypti* aumentou devido à elevação da pluviosidade no local de estudo. Myiazaki et al[24] (2009) observaram que a chuva foi o único fator abiótico que influenciou o nível de infestação do *Ae. aegypti.* Souza et al[26] (2010) constaram uma forte associação entre aumento da pluviosidade, maior incidência de dengue e presença do vetor. Mudanças climáticas juntamente com o aumento das chuvas e da temperatura podem influenciar na distribuição espacial e temporal dos vetores e consequentemente dos patógenos por eles veiculados[6].

De maneira geral a temperatura média (mínima e máxima) apresentou uma correlação moderada com os índices entomológicos, enquanto que para o IDO essa correlação se mostrou forte e significante com a temperatura média máxima. No estudo de Serpa et al[16] (2006), a temperatura máxima foi o único fator abiótico que influenciou de maneira significante a presença do *Ae. aegypti*. O desenvolvimento biológico dos insetos é altamente influenciado pelas variáveis climáticas, principalmente pela temperatura, quanto maior a temperatura mais rápido é o ciclo e por consequência maior será a densidade da população, podendo proporcionar um contato mais constante entre vetores e hospedeiros levando a uma amplificação na propagação das doenças[6].

O *Ae. aegypti* se adapta a vários ambientes e condições climáticas garantindo dessa forma sua sobrevivência. Além de fatores climáticos a falta de infraestrutura das cidades propicia uma situação permanente de vulnerabilidade da população à medida que a oferta de criadouros artificiais aumenta[27]. O conhecimento da influencia da sazonalidade na reprodução, capacidade de dispersão e sobrevivência do *Ae. aegypti* nos ambientes urbanos é imprescindível para nos levar a um melhor gerenciamento das ações de controle do vetor minizando as chances de epidemias[17].

Tendo em vista que as condições ambientais estão associadas à presença e densidade do *Aedes aegypti*, é possível inferir que nesse contexto a cidade de São Paulo apresenta condições climáticas propícias, já que o *Aedes aegypti* foi coletado praticamente em todos os meses do ano, Além disso, a cidade de São Paulo é rica em habitats favoráveis a esta espécie e vem apresentando a necessidade de aprimoramento dos procedimentos técnicos para o controle desse vetor, pois os métodos empregados têm-se mostrado insuficientes para garantir uma infestação mínima, que dificulte a circulação viral e consequentemente colabore com a prevenção da proliferação de arboviroses.

Referências

1. Ferreira BJ, Souza MFM, Soares Filho AM, Carvalho AA. Evolução histórica dos programas de prevenção e controle da dengue no Brasil. Ciênc. e Saúde Coletiva 2009; 14: 961-972.
2. Gurugama P, Garg P, Perera J, Wijewickrama A, Seneviratne SL. Dengue viral infections. Indian J Dermatol 2010; 55:68-78.
3. Tauil PL. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. Cad. de Saúde Pública. 2002; 18 (3).
4. Beserra EB, Castro Jr FP, Santos TS, Fernandes CRM. Biologia e Exigências Térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) Provenientes de Quatro Regiões Bioclimáticas da Paraíba. Neotropical Entomology 2006; 35 (6): 853-860.
5. Câmara FP, Gomes AF, Santos GT, Câmara DCP. Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. Rev. da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2009; 42(2): 137-140.
6. Galati EAB, Camara TNL, Natal D, Chiaravalloti-Neto F. Mudanças climáticas e saúde urbana. Rev. USP 2015; 107: 79-90.
7. Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismo de ação e resistência. Epidemiol. e Serviços de Saúde. 2007; 16(2): 113 – 118.
8. Donalísio MR, Glasser CM. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. Rev. Brasileira de Epidemiologia. 2002; 5:259-272.
9. Vieira GSS, Lima SC. Distribuição Geográfica da dengue e índice de infestação de *Aedes aegypti* em Uberlândia (MG), 2000 a 2002. Caminhos de Geografia. 2006; v.17.
10. Braga IA, Gomes AC, Nelson M, Mello RCG, Bergamachi DP, Souza JMP. Comparação entre pesquisa larvária e armadilha de oviposição, para detecção de

Aedes aegypti. Rev. Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2000; 33(4): 347-353.

11. Instituto Osvaldo Cruz, Ministério da Saúde. Avaliação de armadilhas para a vigilância entomológica de *Aedes aegypti* com vistas à elaboração de novos índices de infestação 2014.
12. Gomes AC. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* e *Aedes* (Stegomyia) *albopictus* em programas de vigilância entomológica. Inf. Epidemiológico SUS 1998; 7(3): 49-57.
13. Gomes AC. Vigilância entomológica. Inf. Epidemiológico do SUS 2002; 11(2): 79 - 90.
14. Donatti JE, Gomes AC. Adultrap: Descrição de armadilha para adulto de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Rev. Brasileira de Entomologia 2007; 51(4): 255-256.
15. Fávaro EA, Mondini A, Dibo MR, Barbosa AAC, Eiras AE, Chiaravalloti Neto F. Assessment of entomological indicators of *Aedes aegypti* (L.) from adult and egg collections in São Paulo, Brazil. J. of Vector Ecology 2008; 33(1): 8-16.
16. Serpa LLN, Costa KVRM, Voltolini JC, Kakitani I. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. Rev. de Saúde Pública 2006.
17. Beserra EB, Ribeiro OS, Oliveira SA. Flutuação populacional e comparação de métodos de coleta de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Diptera, Culicidae). Iheringia, Série Zoologia 2014; 104(4): 418-425.
18. Calado DC, Navarro-Silva, M. A. Influência da temperatura sobre a longevidade, fecundidade e atividade hematofágica de *Aedes* (*Stegomyia*)

albopictus Skuse, 1894 (Diptera, Culicidae) sob condições de laboratório. Rev. Brasileira de Entomologia 2002ª; 46(1): 93-98.

19. Glasser, CM, Gomes, AC. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. Rev. de Saúde Pública 2002; 36(2): 1666-1672.
20. Odum EP. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.
21. Almeida PS, Meotti C, Almeida GS, Nascimento J, Araújo AD, Faccenda O, Fernandes MG. Infestação de *Aedes aegypti* (LINNEAUS, 1762) (DIPTERA: CULICIDAE) determinada por armadilhas de oviposição (ovitrampas) no Município de Costa Rica, estado do Mato Grosso do Sul. Rev. Patologia Tropical 2013; 42 (3): 331-339.
22. Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico, 2016; 47(3).
23. Forattini OP, Brito M. Reservatórios domiciliares de água e controle de *Aedes aegypti*. Rev. de Saúde Pública 2003; 37 (5): 676-677.
24. Miyazaki RD, Ribeiro ALM, Pignatti MG, Júnior José HC e Pignatti M. Monitoramento do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae), por meio de ovitrampas no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Estado de Mato Grosso. Rev. Sociedade Brasileira Medicina Tropical 2009; 42: 392-397.
25. Zeidler JD, Acosta POA, Barrêto PP, Cordeiro JS. Vírus dengue em larvas de *Aedes aegypti* e sua dinâmica de infestação, Roraima, Brasil. Rev. Saúde Pública 2008; 42: 986-991.

26. Souza SS, Silva IG, Silva HHG. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no Estado de Goiás. Ver. da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2010; 43(2): 152-155.
27. Coelho G. Challenges in the control of *Aedes aegypti*. Rev. do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo 2012; 54:13-14.

3.2 Manuscrito 2

Submetido para a Revista Pan – Amazônica de Saúde

Avaliação da presença de culicídeos na Zona Oeste da Capital Paulista associada a fatores ambientais

Morgana M. C de S. L Diniz[1], Daniella Vilela Lima[2], Ronan Rocha Coelho[1], Delsio Natal[1], Paulo Roberto Urbinatti[1]

1. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Programa de Pós – graduação em Saúde Pública, São Paulo, SP, Brasil
2. Universidade de São Paulo, Prefeitura do Campus da Universidade de São Paulo - Capital, São Paulo, SP, Brasil

Resumo

A família Culicidae agrupa espécies de mosquitos que participam na transmissão de diversos agentes patogênicos. Por isso esse estudo objetivou avaliar a presença desses insetos a fim de gerar dados ecológicos que orientem as decisões nas ações de prevenção e controle desses vetores. Para isso foram realizadas oito coletas (com aspiradores) mensais durante o ano de 2014, na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, Campus USP Capital, SP. Observou-se que *Culex quinquefasciatus* foi a espécie predominante em todas as coletas, seguida de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*. Porém apenas *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* apresentaram correlação significativa com as variáveis climáticas. A permanência de *Culex quinquefasciatus* em área urbana geralmente está associada à deficiência no saneamento básico, e a presença de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* representa um risco real na transmissão de arbovirus para população local.

Palavras – chave: Culicidae, vetor, aspiração, abundância.

Abstract

The Culicidae family mosquito species involved in the transmission of many pathogens. Therefore this study aimed to evaluate the presence of these insects to generate ecological data to guide decisions on prevention and control of these vectors. For that were held eight catch (with aspirator) monthly during the year 2014 in University City Armando de Salles Oliveira, USP Campus Capital, SP. It was observed that *Culex quinquefasciatus* was the predominant species in all samples, followed by *Aedes albopictus and Aedes aegypti*. But only *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti presented* significantly correlated with climatic variables. The stay of *Culex quinquefasciatus* in urban areas generally associated with deficiencies in basic sanitation, and the presence of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* is a real risk in arbovirus transmission to local people.

Key - words: Culicidae, vector, aspiration, abundance.

Os culicídeos compreendem um grupo de importância médica, pois algumas das suas espécies vêm preocupando a Saúde Pública por serem vetores de inúmeros agentes patogênicos; como os causadores da dengue, febre amarela, chikungunya, zika, malária, encefalites dentre outras.[1,2]

Segundo o Ministério da Saúde[3] (2016) até agosto de 2016 já foram registrados 1.426.005 casos suspeitos de dengue e a região sudeste apresenta o maior número de casos; nesse mesmo período 216.102 casos autóctones suspeitos de chikungunya e 196.976 casos de febre pelo vírus zika foram registrados no Brasil. Em 2014 foram registrados 143.552 casos de malária, sendo 4.593 casos importados de países que fazem fronteira com o Brasil e 32 de outros países.[4]

Esses artrópodes são insetos de desenvolvimento completo, suas formas imaturas são aquáticas e apresentam grande plasticidade, conseguindo se adaptar facilmente ao ambiente. A presença desses vetores é diretamente influenciada pelas condições climáticas e o nível de degradação do meio. A urbanização tem um papel fundamental na distribuição espacial dos mesmos, em áreas densamente habitadas apenas sobrevivem espécies capazes de se adaptar as ações realizadas pelo homem. Além disso, o crescente processo de urbanização e migração aliada às alterações ambientais interfere decisivamente na proliferação das doenças transmitidas por esses artrópodes. Nesse sentido, o estudo da ecologia desses mosquitos além de gerar dados ecológicos e epidemiológicos, subsidia a formulação de bons programas de controle.[5,2,6]

Nesse contexto, o Campus da Cidade Universitária é um polo onde circulam dezenas de pessoas diariamente e apresenta um ambiente favorável com grande oferta de criadouros para manutenção de várias espécies de culicídeos, que podem propiciar a propagação e circulação de muitos agentes patogênicos no ambiente. Dessa forma objetivou - se avaliar a presença desses insetos na Cidade Universitária a fim de gerar

dados ecológicos que orientem as decisões nas ações de prevenção e controle dos vetores no Campus.

Métodos

O local da pesquisa foi na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), *Campus*/USP, Capital; situada na Zona Oeste de São Paulo no Bairro Butantã.

A Cidade Universitária foi dividida em quatro áreas e mensalmente eram sorteados dois pontos por área para realização das coletas, totalizando oito pontos de coletas por mês. Em cada ponto, foi realizada a aspiração de culicídeos adultos na parte interna e externa dos prédios e jardins, por meio de aspirador movido à bateria de 12 Volts, durante quinze minutos (resultando em 120 minutos mensal).

As coletas ocorreram de janeiro a dezembro de 2014. Os espécimes obtidos foram mortos com gelo seco e transportados ao Laboratório de Entomologia em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da USP, para contagem e identificação das espécies.

Através da aspiração como método de coleta foi possível medir a abundância, frequência, dominância e constância dos culicídeos no Campus.

Os dados de pluviosidade e temperatura foram cedidos pelo Centro de Gerenciamento de Emergências da Prefeitura de São Paulo (CGE).

As ferramentas estatísticas utilizadas foram não paramétricas. A associação entre os dados bióticos e abióticos foi analisada por meio do coeficiente de correlação de Spearman (r_s), o valor de *p* usado para demonstrar a significância estatística foi de 0,05. As análises foram conduzidas no software R versão 3.2.0.

A frequência de espécies por minuto de esforço amostral foi calculada, a partir da seguinte fórmula: , **o**nde: N (número total de exemplares da espécie em todas as coletas) e T (total de minutos de esforço amostral em todas as coletas realizadas).

A constância dos espécimes foi obtida da seguinte forma:[7] , onde: P (número de coletas contendo a espécie) e N (total de coletas realizadas). Com base nos resultados as espécies foram classificadas da seguinte maneira: Espécie constante (presente em mais de 50% das coletas), Espécie acessória (presente em 25% a 50% das coletas) **e** Espécie acidental (presente em menos de 25% das coletas).

A dominância foi calculada através da fórmula:[8] - ( ) , onde : i (número de indivíduos de uma determinada espécie) e t (número de indivíduos capturados). De acordo com o valor de D, são obtidas as seguintes classificações para as espécies: Eudominante (acima de 10%), Dominante (de 5 a 10%), Subdominante (de 2 a 5%), Eventual (1 a 2%) e Rara (abaixo de 1%).

Resultados

No total foram coletados 835 exemplares distribuídos em quatro espécies *Culex quinquefasciatus, Aedes albopictus, Aedes aegypti e Aedes fluviatilis*. A única espécie coletada em todos os meses do ano foi *Culex quinquefasciatus,* sendo também a espécie mais abundante, correspondendo a 95,08% de todos os espécimes coletados; sendo novembro o mês de maior abundância dessa espécie (Figura 1), seguida de *Aedes albopictus* mais abundante em março e *Aedes aegypti* com maior abundância em fevereiro.

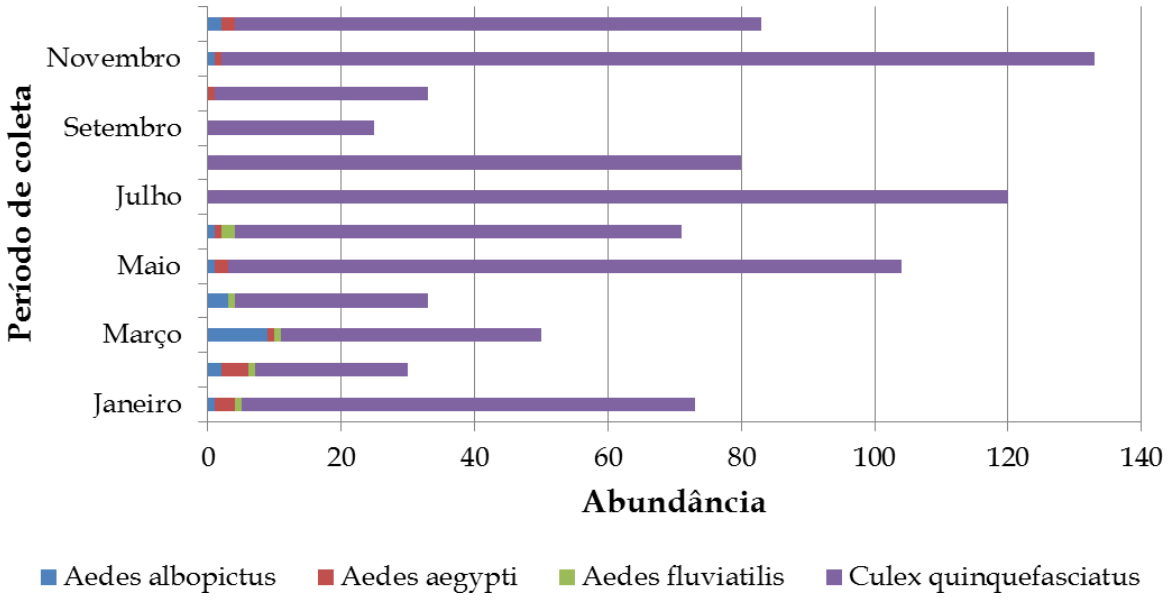


Figura 1.Abundância mensal das culicídeos coletados na Cidade Universitária, Campus/USP, São Paulo, de janeiro a dezembro de 2014.

Com exceção de *Aedes fluviatilis* que foi considerada uma espécie acessória, todas as outras espécies foram classificadas como constantes. Em relação à dominância *Aedes fluviatilis* foi classificada como rara, *Aedes aegypti* como eventual, *Aedes albopictus* como subdominante e *Culex quinquefasciatus* eudominante. A espécie mais frequente também foi *Culex quinquefasciatus* 0,551m/m, dentre os *Aedes* houve predomínio do *Aedes albopictus* com frequência de 0,014m/m (Tabela 1).

Tabela 1. Constância, Dominância e Frequência dos culicídeos coletados na Cidade Universitária, Campus/USP, São Paulo, de janeiro a dezembro de 2014.

Dados Ecológicos			
Espécies	**Constância**	**Dominância**	**Frequência (mosquito/minuto)**
Aedes albopictus	Constante	Subdominante	0,014 m/m
Aedes aegypti	Constante	Eventual	0,011 m/m
Aedes fluviatilis	Acessória	Rara	0,004 m/m
Culex quinquefasciatus	Constante	Eudominante	0,551 m/m

O grau de associação (r_s) entre os fatores abióticos (Tabela 2) e os dados ecológicos (abundância e frequência) foi avaliado para todas as espécies. Não houve correlação significativa entre abundância (Tabela 3) e frequência (Tabela 4) de *Culex quinquefasciatus* e *Aedes fluviatilis* com os fatores abióticos.

Tabela 2. Pluviosidade e Temperatura média de janeiro a dezembro de 2014, registrada na Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP.

Período de coleta	**Pluviosidade média (mm)**	**Temperatura média (^{0}C)**	
		Mínima	**Máxima**
Janeiro	5.72	20.1	31.8
Fevereiro	4.52	20.2	31.1
Março	10.9	18.7	29.9
Abril	1.65	17.9	28.8
Maio	2.56	14.4	25.7
Junho	0.51	12.3	21.5
Julho	1.03	12.3	21.8
Agosto	1.05	11.6	22.2
Setembro	1.82	12.6	25.9
Outubro	0.55	13.3	25.5
Novembro	6.53	17.9	29.4
Dezembro	6.95	18	27.8

Diferente das outras espécies *o Aedes albopictus* apresentou correlação positiva com todos os fatores abióticos com valores de r_s indicando alta correlação entre eles. O r_s de maior valor (0,76) foi o de correlação com a temperatura mínima média e a frequência (Tabela 4). A única correlação não significativa para essa espécie foi a da abundância com a temperatura mínima média (Tabela 3).

Tabela 3. Valor do Coeficiente de Correlação de Spearman (r_s) entre Abundância de cada espécie e as variáveis abióticas na Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP.

	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s)			
Variáveis abióticas	*Ae. albopictus*	*Ae. aegypti*	*Ae. fluviatilis*	*Culex quinquefasciatus*
Pluv. média	0,62*	0,35**	0,00**	0,08**
Temp. min. média	0,70**	0,74*	0,38**	-0,29**
Temp. max. média	0,53*	0,68*	0,27**	-0,26**

*significativo ($p \leq 0,05$) **não significativo

Em relação ao *Aedes aegypti* praticamente todos os valores de r_s foram fortes e positivos, apenas a correlação da abundância com a pluviosidade média é que apresentou uma moderada correlação e não foi significativa, porém com a temperatura média (mínima e máxima) a abundância demonstrou uma forte e significativa associação sendo $r_s = 0,74$ e $r_s = 0,68$, respectivamente. Já a frequência alcançou valores de r_s elevados revelando uma forte associação com as variáveis climáticas, principalmente para média de temperatura mínima e máxima com $r_{s=}0,95$ e $r_{s=}0,94$, respectivamente.

Tabela 4. Valor do Coeficiente de Correlação de Spearman (r_s) entre a Frequência de cada espécie e as variáveis abióticas na Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP.

	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s)			
Variáveis abióticas	*Ae. albopictus*	*Ae. aegypti*	*Ae. fluviatilis*	*Culex quinquefasciatus*
Pluv. média	0,65*	0,58*	0,00**	0,06**
Temp. min. média	0,76*	0,95*	0,38**	-0,32**
Temp. max. média	0,62*	0,94*	0,27**	-0,28**

*significativo ($p \leq 0,05$) **não significativo

Discussão e conclusão

Culex quinquefasciatus foi coletado o ano inteiro, sendo a espécie mais abundante e frequente nesse trabalho, corroborando os resultados de Taipe-Lagos & Natal[9] (2003) que também observaram *Culex quinquefasciatus* como sendo a espécie mais frequente na pesquisa. Barbosa *et al*[10] (2008) também coletaram *Culex quinquefasciatus* o ano todo, Santos & Calado[11] (2014) destacam em seu trabalho a abundância elevada dessa espécie o ano inteiro. Essa é uma espécie muito abundante na área periférica da cidade de São Paulo devido a grande disponibilidade de criadouros com alto teor de matéria orgânica[12] (Urbinatti *et al* 2001). Segundo o Ministério da Saúde[13] (2011) *Culex quinquefasciatus* apresenta uma ampla distribuição geográfica e elevada abundância desde o ambiente silvestre até o urbano, é vetor do agente etiológico da filariose e de alguns arbovírus, além de provocar incômodo com suas picadas. Para Galati *et al*[14] (2015) a sua distribuição em quase a totalidade dos municípios brasileiros demonstra incapacidade em lidar corretamente com as questões ambientais.

Os meses de fevereiro, março e novembro foram o de maior número de espécimes para *Aedes aegypti, Aedes albopictus* e *Culex quinqufasciatus*, respectivamente. Corroborando os resultados encontrados por Guimarães *et al*[15] (2001) onde o maior número de insetos foi coletado de novembro a março. *Aedes fluviatilis* foi a espécie menos presente nessa pesquisa, mas nem por isso a preocupação com sua presença no ambiente deve ser diminuída. Essa espécie ainda não foi incriminada como vetora, mas estudos mostram sua competência vetorial para arbovírus, Plasmodium e filárias[2].

Apesar dos dados ecológicos menos expressivos nesse trabalho o *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* são insetos de elevada importância epidemiológica. Já que o *Aedes aegypti* participa ativamente nas epidemias de dengue, chikungunya, febre Zika

que ocorrem no Brasil, além de ser altamente antropofílico e possuir capacidade de se adaptar facilmente ao meio antropizado.[16,17]. A participação do *Aedes albopictus* na cadeia de transmissão desses arbovirus ainda não foi comprovada no Brasil, mas em laboratório já foi detectado vírus da dengue em suas larvas e sua susceptibilidade para os vírus parece ser maior que a do *Aedes aegypti*.[18,19]

As variações ambientais de maneira geral provocam mudanças nos seres vivos. Em se tratando de insetos a pluviosidade e temperatura afetam diretamente a fecundidade, longevidade, hematofagia, distribuição e abundância dos mesmos.[20,21,22]. Como também são capazes de interferir na biologia dos vetores e na transmissão dos agentes patogênicos a eles associados.[14] Observando os resultados encontrados nessa pesquisa é possível perceber que os fatores abióticos apresentaram uma alta correlação com dados ecológicos, mas isso não aconteceu para todas as espécies. Para *Aedes fluviatilis* e *Culex quinquefasciatus* essa associação não foi significativa. Santos & Calado[11] (2014) também não encontraram associação significativa quando investigaram essa correlação em sua pesquisa.

Para *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* as variáveis climáticas apresentaram uma forte e significativa associação com a abundância e frequência das mesmas. Porém a correlação da abundância de *Aedes albopictus* com a temperatura mínima média não foi significante, e a abundância de *Aedes aegypti* apresentou fraca correlação não significante com pluvuiosidade média. Diferente de Myiazaki *et al*[23] (2009) onde a chuva foi o único fator abiótico que influenciou a presença de *Aedes aegypti*. Zeidler *et al*[24] (2008) afirmam que a população do *Aedes aegypti* aumentou devido à elevação da pluviosidade em sua área de pesquisa. Serpa *et al*[25] (2006) também observaram que a pluviosidade média só foi significante para *Aedes albopictus* e que a associação com a temperatura máxima foi significativa para as duas espécies. O fato de *o Aedes*

albopictus apresentar correlação significativa com pluviosidade e temperatura máxima pode indicar que essa espécie seja mais sensível aos fatores ambientais. Juliano *et al*[26] (2004) relataram que períodos de seca causa maior mortalidade em ovos de *Aedes albopictus* em relação aos de *Aedes aegypti*, sendo os ovos *Ae. aegypti* mais resistente a períodos sem chuva.

O desenvolvimento biológico das espécies aqui estudadas sofre grande influencia das mudanças climáticas. Quanto maior a temperatura e disponibilidade de água, mais rápido é o ciclo biológico e por consequência maior será a população de insetos, ocasionando um contato mais frequente entre vetores e hospedeiros levando assim a uma amplificação na propagação das doenças.[14]

As espécies coletadas nesse estudo são urbanas, antropofílicas e que conseguem se adaptar as mudanças causadas pelo homem no ambiente. A presença de *Culex quinquefasciatus* em área urbana geralmente está associada à deficiência no saneamento básico com presença de coleções de água com grande disponibilidade de matéria orgânica. Tendo em vista que a Cidade Universitária margeia o rio Pinheiros é fácil entender o seu predomínio em relação às outras espécies. A presença de *Aedes aegypti* e *Aedes albopicts* indica um risco real na transmissão de arbovírus para a população local.

Referências

1. Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1994.
2. Forattini OP. Culicidologia Médica. São Paulo : Edusp, 2002.
3. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 32 2016. Boletim Epidemiológico 2016; 47(33):1-10.
4. Ministério da Saúde. Malária: monitoramento dos casos no Brasil em 2014. Boletim Epidemiológico 2015; 46(5): 1-5.
5. Morse SS. Factores in the Emergence of Infectious Diseases. Emerging Infectious Diseases 1995; 1(1): 1-9.
6. Alves WCL, Garayeb IS, Loureiro ECB. Bactérias isoladas de culicídeos (Diptera: Nematocera) hematófagos em Belém, Pará, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde 2010; 1(.1): 131-142.
7. Bodenheimer, F.S. Problems of animalecology. Oxford. Univ. Press, 1938.
8. Ott AP, Carvalho GS. Comunidade de cigarrinhas (Hemiptera: Auchenorrhyncha) de uma área de campo do município de Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. Neotropical Entomology 2001, 30: 233-243.
9. Taipe-Lagos CB, Natal D. Abundância de culicídeos em área metropolitana preservada e suas implicações epidemiológicas. Revista de Saúde Púbica 2003; 37(3): 275-9.
10. Barbosa MGV, Fé NF, Marcião AHR, Silva APT, Monteiro WM, Guerra MVF, Oliveira JA. Registro de Culicidae de importância epidemiológica na área rural de Manaus, Amazonas. Rev. da Soc. Brasileira de Medicina Tropical 2008; 41(6):658-663.
11. Santos IM, Calado D. Captura de mosquitos antropofílicos (Diptera, Culicidae) em uma área urbana da região oeste da Bahia, Brasil. Iheringia, Série Zoologia 2014; 104(1): 32-38.
12. Urbinatti PR, Sendacz S, Natal D. Imaturos de mosquito (Diptera:Culicide) em parque de área metropolitana aberto à visitação pública. Revista de Saúde Pública 2001; 35 (5):461-6.

13. Ministério da Saúde. Guia de Vigilância do Culex quinquefasciaus. Brasília, 2011.
14. Galati EAB, Camara TNL, Natal D, Chiaravalloti-Neto F. Mudanças climáticas e saúde urbana. Rev. USP 2015; 107: 79-90.
15. Guimarães AE, Gentile C, Lopes CM, Sant'Anna A. Ecologia de mosquitos em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina. II – Frequência mensal e fatores climáticos. Revista de Saúde Pública 2001; 35 (4):392-9.
16. Tauil PL. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. Cadernos de Saúde Pública. 2002; 18 (3).
17. Ferreira BJ, Souza MFM, Soares Filho AM, Carvalho AA. Evolução histórica dos programas de prevenção e controle da dengue no Brasil. Ciência e Saúde Coletiva 2009; 14: 961-972.
18. Serufo JC, Oca HM, Tavares VA, Souza AM, Rosa RV, Jamal MC et al. Isolation of Dengue virus type 1 from larvae of Aedes albopictus in Campos Altos City, state of Minas Gerais, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 1993;88:503-4.
19. Ayres CFJ, Romão TPA, Melo-Santos MAV, Furtado AF. Genetic Diversity in Brazilian Populations of *Aedes albopictus.* Mem. Inst. Oswaldo Cruz 2002; 97(6): 871-875.
20. Odum EP. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.
21. Calado DC, Navarro-Silva, M. A. Influência da temperatura sobre a longevidade, fecundidade e atividade hematofágica de *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse, 1894 (Diptera, Culicidae) sob condições de laboratório. Rev. Brasileira de Entomologia 2002ª; 46(1): 93-98.
22. Glasser, CM, Gomes, AC. Clima e Sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do estado de São Paulo. Revista de Saúde Pública 2002; 36(2): 1666-1672.
23. Miyazaki RD, Ribeiro ALM, Pignatti MG, Júnior José HC e Pignatti M. Monitoramento do mosquito Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae), por meio de ovitrampas no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Estado de Mato Grosso. Rev Sociedade Brasileira Medicina Tropical 2009; 42: 392-397.

24. Zeidler JD, Acosta POA, Barrêto PP, Cordeiro JS. Vírus dengue em larvas de Aedes aegypti e sua dinâmica de infestação, Roraima, Brasil. Revista de Saúde Pública 2008; 42: 986-991.

25. Serpa LLN, Costa KVRM, Voltolini JC, Kakitani I. Variação sazonal de Aedes aegypti e Aedes albopictus no município de Potim, São Paulo. Revista de Saúde Pública 2006.

26. Juliano SI, Lounibos LP, O'Meara GF. A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *A. aegypti* in South Florida: differences between sites of coexistence and exclusion? Oecologia. 2004;139:583-93.

3.3 Manuscrito 3

A ser submetido para a Revista de Saúde Pública

Oviposição e Distribuição Espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na Zone Oeste de São Paulo – Capital

Morgana M. C. de S. L. Diniz[1], Paulo Roberto Urbinatti[1] e Co- autores

1 - Departamento de Epidemiologia, faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

Resumo

Aedes aegypti e *Aedes albopictus* são potenciais vetores de vírus de diversas arboviroses, e são espécies simpátricas capazes de utilizar criadouros semelhantes, a presença desses mosquitos no meio ambiente é influenciada pelos fatores abióticos. Objetivou-se avaliar o comportamento de oviposição e distribuição espacial de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em relação as variáveis ambientais (precipitação e temperatura) na Zona Oeste da Capital Paulista. As coletas foram realizadas de dezembro de 2013 a novembro de 2014, sendo que a área de estudo foi dividida em quatro partes; foram usadas ovitrampas para coleta dos ovos. Todo material coleto foi levado ao laboratório de Entomologia em Saúde Pública para análise. Em quase todos os meses foi coletado ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus,* o mês de março foi o mais expressivo para ovos de *Ae. albopicus* e setembro foi o único mês em que ocorreu somente ovos de *Ae. aegypti.* Apenas a proporção de ovos de *Ae. aegypti* mostrou associação significativa com as variáveis ambientais. A área de estudo se mostrou um ambiente favorável para proliferação e permanência de mosquitos, tornando-se um ambiente ideal às duas espécies, onde possui áreas de densa vegetação e ambientes com características urbanas com alta oferta alimentar e de criadouros.

Palavras-chave: Culicidae, oviposição, distribuição espacial, arboviroses, vetores.

Abstract

Aedes aegypti and *Aedes albopictus* are potential virus vectores of several arboviruses, and are sympatric species capable of using similar breeding grounds, the presence of these mosquitoes in the environment is highly influenced by abiotic factors. The objective of this study was to evaluate the oviposition and spatial distribution of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* in relation to the environmental variables in the West Zone of the Paulista Capital. The collections were carried out from December 2013 to November 2014, and the study area was divided into four parts; ovitraps were used for egg collection. All collected material was taken to the laboratory of Entomology in Public Health for analysis. In almost every month eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* were collected, the month of March was the most expressive for eggs of *Ae. albopicus* and September was the only month in which only eggs of *Ae. aegypti*. Only the proportion of *Ae. aegypti* showed a significant association with environmental variables. The study area proved to be a favorable environment for mosquitoes proliferation and permanence, becoming an ideal environment for both species, were it has areas of dense vegetation and environments with urban characteristics with high food supply and breeding grounds.

Key words: Culicidae, oviposition, spatial distribution, arboviruses, vectors.

Introdução

O *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus* são insetos de desenvolvimento completo, sendo que na fase imatura necessita de água para o desenvolvimento, os adultos são alados e as fêmeas são hematófagas de hábitos diurno. Possuem comportamento de oviposição singular, a cada ciclo gonotrófico colocam seus ovos em mais de um criadouro, o que proporciona uma maior dispersão e garantia de sobrevivência de sua prole.[8,13]

Consideradas espécies simpátricas podendo coexistir na mesma região e utilizar criadouros semelhantes, além de colonizar com rapidez ambientes favoráveis ao seu desenvolvimento.[8,18] O *Ae. aegypti* é encontrado principalmente em ambientes urbanos e é reconhecido como uma dos culicídeos mais associado ao homem; enquanto o *Ae. albopictus* coloniza principalmente ambientes periurbanos e silvestre[8,22] .

A presença desses insetos no ambiente é diretamente influenciada pelos fatores abióticos e o nível de degradação do meio. As condições climáticas são capazes de influenciar na abundância, densidade, dispersão, fecundidade, longevidade e na dinâmica de transmissão dos parasitas por eles veiculados[2,5,14]. Considerando a interação entre o meio ambiente e o ciclo biológico dos mosquitos, objetivou-se avaliar o comportamento de oviposição e distribuição espacial de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em relação as variáveis climáticass na Zona Oeste da Capital Paulista.

Métodos

A pesquisa foi desenvolvida na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), localizada no Bairro Butantã, na zona Oeste de São Paulo (SP). Apresenta uma extensão de 3.648.944,40 m², com 841.304,35 m² de área construída e suas coordenadas são: 23º 33’ 34.47” S e 46º 43’ 27.08” O e altitude de 727m.

Nesse espaço encontra-se a estrutura administrativa central da USP, além de várias unidades de ensino, o Hospital Universitário (HU), o Conjunto Residencial Universitário (CRUSP), o Centro de Práticas Esportivas (CEPEUSP) e os Restaurantes Universitários. A CUASO apresenta dimensões de um parque urbano, possui três portões de entrada e alguns acessos de pedestres. Parte de seu terreno está localizada na região de várzea do Rio Pinheiros. Na Cidade Universitária circulam cerca de 80 mil pessoas por dia, e tendo no seu entorno importantes avenidas da cidade de São Paulo.

As coletas foram realizadas de dezembro de 2013 a novembro de 2014, onde a Cidade Universitária foi dividida em quatro áreas (Figura 1) e mensalmente foram sorteados dez pontos de coleta por área, sendo que em cada área foram instaladas dez ovitrampas. As armadilhas permaneceram expostas por cinco dias em cada mês de coleta. Após esse período as armadilhas foram retiradas e as palhetas positivas para ovos de *Aedes* levadas ao Laboratório de Entomologia em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da USP para análise.

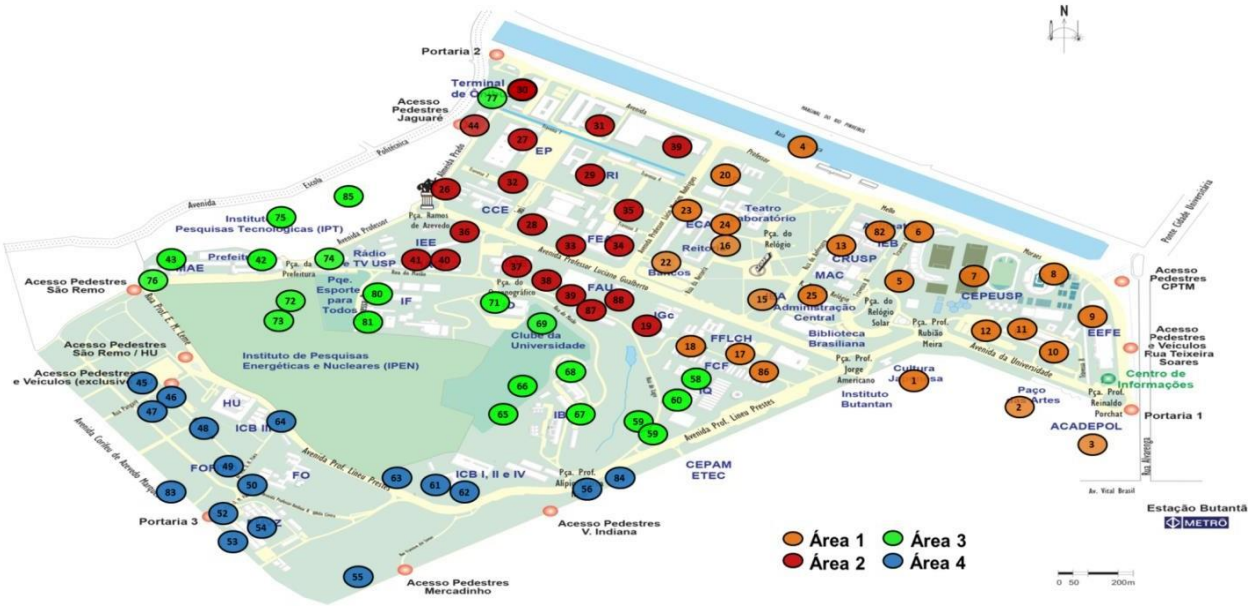


Figura 1. Mapa da Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP, dividido em quatro áreas.

Para coleta de ovos foram utilizadas ovitrampas de cor preta que continham uma palheta de madeira compensada como substrato para oviposição e 450ml de água de torneira, acrescida 50ml de infusão de feno concentrada. Com o uso da ovitrampa foi possível mensurar a abundância, distribuição e proporção de ovos das duas espécies estudadas.

As armadilhas tiveram suas coordenadas geográficas tomadas por aparelho GPS, com a posterior geocodificação destes pontos em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para detectar no espaço os aglomerados de ovitrampas positivas foi utilizada a Técnica Estatística Scan. Esta estatística é definida por uma janela geográfica circular que se move através da área de interesse, ou seja, é uma estatística de varredura onde o círculo é capaz de incluir diferentes conjuntos de áreas vizinhas. Para cada localização e tamanho da janela de varredura é verificado se existe uma taxa elevada dentro do círculo quando comparada com a região externa a este círculo (Ministério da Saúde, 2007). Para proceder a análise com essa técnica, foi utilizado o aplicativo SaTScan v9.1.1.

As ferramentas estatísticas utilizadas foram não paramétricas. A associação entre os dados bióticos e abióticos foi analisada por meio do coeficiente de correlação de Spearman (r_s), o valor de *p* usado para demonstrar a significância estatística foi de 0,05. As análises foram conduzidas no software R versão 3.2.0.

Resultados

No total foram instaladas 480 ovitrampas e coletados 6.288 ovos de *Aedes*, onde os meses mais abundantes foram março (1840) e abril (1688)(Tabela 1).

Tabela 1. Número de ovos mensal de *Aedes* na Cidade Universitária campus/USP, Capital, SP, de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

Mês	Número de ovos
Dezembro/13	408
Janeiro/14	637
Fevereiro/14	306
Março/14	1840
Abril/14	1688
Maio/14	347
Junho/14	134
Julho/14	0
Agosto/14	111
Setembro/14	161
Outubro/14	491
Novembro/14	165
Total	6.288

O mês com o maior número de ovitrampas positivas para ovos de *Ae. albopictus* foi o mês de março, enquanto o mês de setembro foi o único mês que não coletou-se ovos dessa espécie (Figura 2). Dezembro e setembro foram os meses com mais ovitrampas positivas para ovos de *Ae. aegypti,* mas é possível perceber que as duas espécies ocorreram simultaneamente o ano inteiro; sendo *Ae. aegypti* mais abundante.

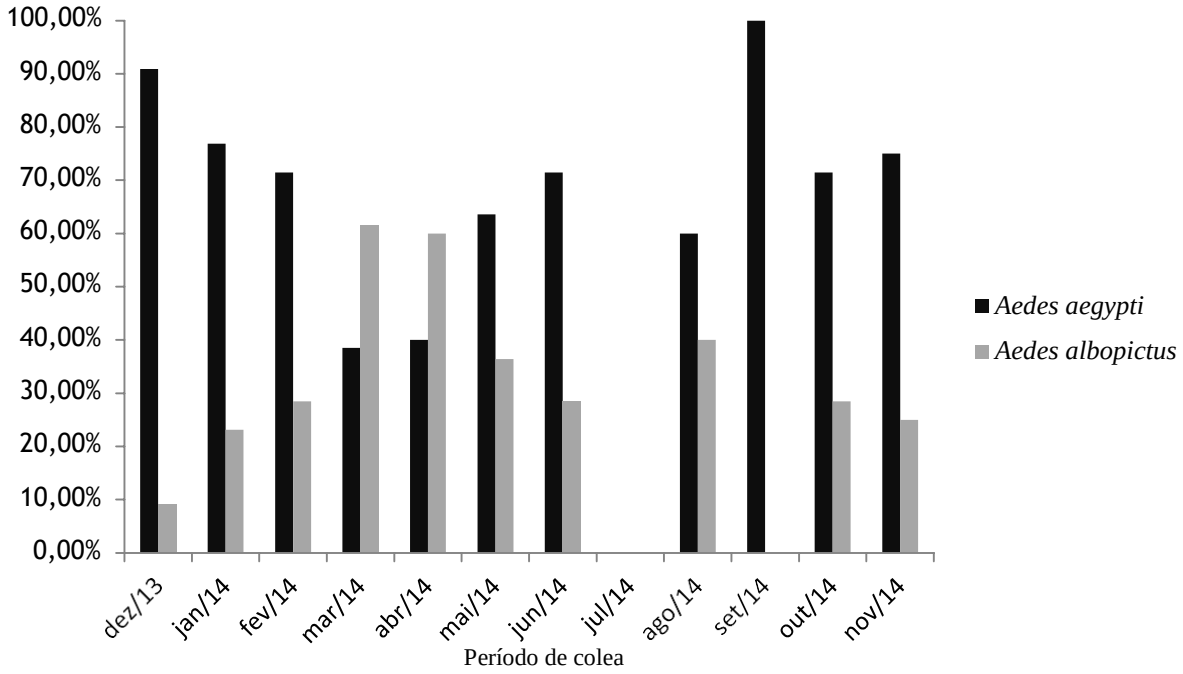


Figura 2. Proporção de ovitrampas instaladas com ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na Cidade Universitária campus/USP, Capital, SP, de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

Os valores apresentados na tabela 2 mostram os testes de correlação entre o número mensal de ovos, a proporção de armadilhas que continham ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e as variáveis climáticas. Observou-se associação positiva entre todas as variáveis climáticas e o número de ovos, porém essa associação não se mostrou significativa.

Observa-se associação negativa e não significante da proporção de armadilhas com ovos de *Ae. albopictus* em relação as três variáveis climáticas estudadas. Já para a proporção de armadilhas com ovos de *Ae. aegypti*, as associações com as variáveis climáticas foram todas positivas, e apenas fortes e significantes para as médias de temperatura mínima e máxima, (rs= 0,601) e (rs= 0,646), respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Coeficientes de correlação (r) entre o número mensal de ovos e da proporção de armadilhas que continham ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e variáveis climáticas na Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP, de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

Coeficiente de correlação de Spearman (r_s)			
Variáveis abióticas	Número de ovos total	*Ae. aegypti*	*Ae. albopictus*
Pluv. média	0,273**	0,239**	-0,021**
Temp. min. média	0,529**	0,601*	-0,234**
Temp. max. média	0,312**	0,646*	-0,530**

*significativo ($p \leq 0,05$) **não significativo

Em relação à distribuição espacial os aglomerados rosa representam os de maior risco de infestação por mosquitos e os de cor azul baixo risco de infestação (Figura 3). Observa-se que a maioria dos glomerados com alto risco de infestação (2, 4, e 6) se encontram nas áreas 3 e 4, áreas de maior cobertura vegetal. Os aglomerados de alto risco 1 e 5 se encontram na área 2, área de cobertura vegetal menos intensa.

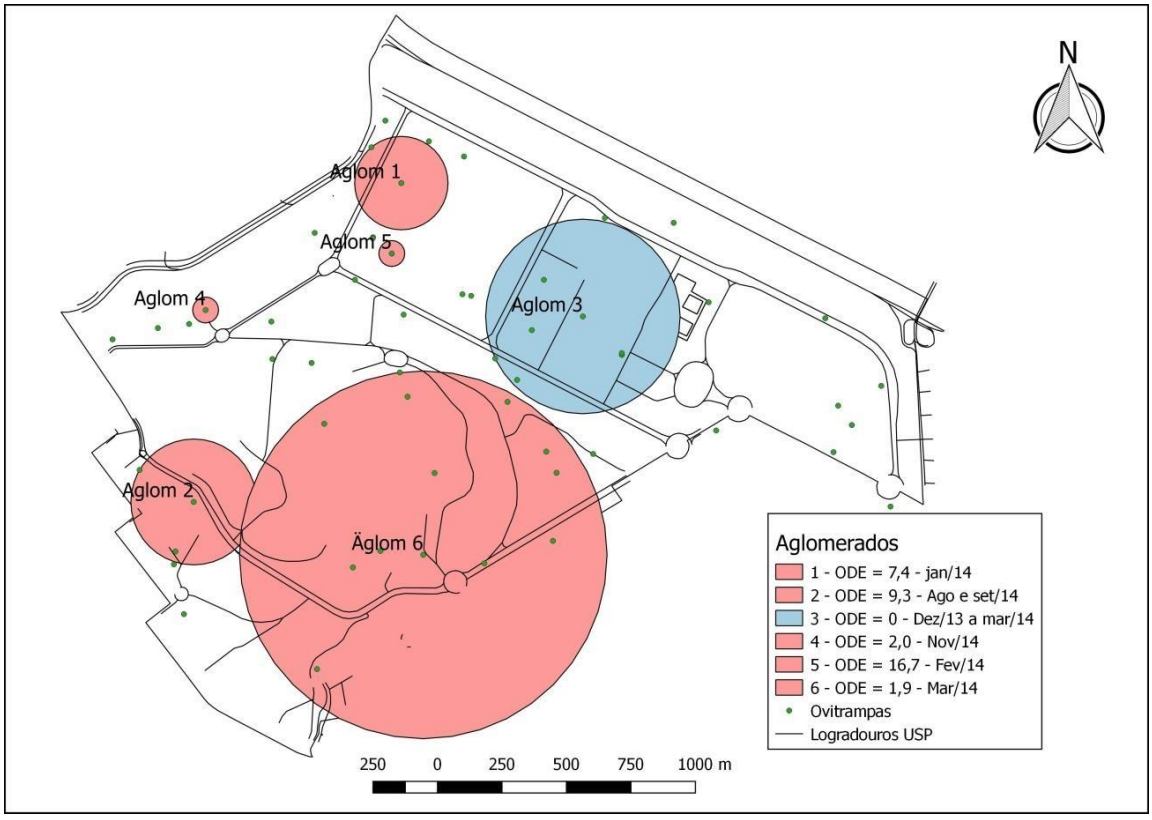


Figura 3. Mapa de aglomerados para o risco de infestação por *Aedes* na Cidade Universitária, Campus/USP, Capital, SP, de dezembro de 2013 a novembro de 2014.

Discussão

Os fatores climáticos interferem nas condições básicas de sobrevivência dos seres vivos. Sendo assim a temperatura e a precipitação conseguem influenciar na capacidade de oviposição, dispersão, abundância e longevidade dos insetos[5,15,23].

Inúmeros estudos demonstram a relação dos fatores climáticos com o desenvolvimento dos insetos. Almeida et al[1] (2013) observaram que a pluviosidade teve influência significativa no nível de infestação por *Aedes aegypti* em sua área de estudo. Com o aumento da pluviosidade Zeidler et al[31] (2008) também constataram aumento no nível de infestação por *Ae. aegypti*. A associação entre aumento da pluviosidade e elevação no nível de infestação por *Ae. aegypti* também foi observada por Souza et al[30] (2010). Segundo Juliano et al[17] 2004 os ovos de *Ae. albopictus* são mais suscetíveis, e longos períodos de seca causam maior mortalidade a ovos dessa espécie que aos de *Ae. aegypti*. No entanto, nesse estudo não foi encontrado associação significativa entre pluviosidade e presença do vetor, corroborando as observações de Beserra et al[4] (2014) . Segundo os mesmos, com a não ocorrência dessa associação, podemos inferir que todo o ano há condições ótimas para o estabelecimento dos vetores.

A associação com a temperatura só foi significativa para a presença de ovos de *Ae. aegypti*. Igualmente Miyazaki et al[21] (2009) também observaram associação significativa entre ovos de *Ae. aegypti* coletados e temperatura. Para Serpa et al[27] (2006) a temperatura foi o único fator climático que exerceu influencia significativa na presença do *Ae. aegypti*. Glasser e Gomes[15] (2002) registraram baixa infestação de *Ae. aegypti* no estado de São Paulo em decorrência de baixas temperaturas, no presente trabalho o mês de julho foi um dos meses mais frios e o único mês em que não houve ocorrência de ovos. A oscilação na temperatura influencia consideravelmente o desenvolvimento biológico dos insetos; um aumento na temperatura diminui o tempo do

ciclo de vida dos mesmos e consequentemente aumenta sua densidade no ambiente, tornando o contato entre vetor e hospedeiro mais frequente facilitando a propagação de arbovirus[14]. Destaca-se que os extremos térmicos são deletérios aos insetos, diminuindo a longevidade dos adultos e a fecundidade das fêmeas[3].

Além dos fatores ambientais as condições do meio também são determinantes para o desenvolvimento e distribuição espacial do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus.* Ambas as espécies realizam hematofagia no ambiente antrópico, sendo o *Ae. aegpti* de hábitos intradomiciliar de áreas urbanas e o *Ae. albopictus* mais encontrado no peridomicílio de áreas suburbanas e rurais[13,16]. Os aglomerados 2,4 e 6 encontraram-se nas áreas mais densas em vegetação, sendo que nessas áreas também se concentraram a maior parte dos ovos de *Ae. albopictus*. Corroborando observações de Ríos-Velasquez et al[26] (2007) em estudo na Cidade de Manaus, onde o *Ae. albopictus* foi mais abundante em bairros com maior cobertura vegetal. Porém o *Ae. albopictus* também pode se dispersar em ambientes modificados pelo homem e coexistir na mesma região e colonizar criadouros semelhantes aos de *Ae. aegypti* [13,16,19]. A densidade e a distribuição espacial das duas espécies foram expressivas o ano inteiro na área de estudo, setembro foi o único mês em que ocorreram ovos apenas de *Ae. aegypti.* Prophiro et al[25] (2011) também constataram a coexistência das duas espécies no Paraná. No Ceará, na cidade de Fortaleza Martins et al[20] (2010) observaram a presença expressiva de *Ae. albopictus* em áreas altamente urbanizadas, sugerindo uma possível sobreposição ao *Ae. aegypti*.

Diversos elementos podem ser analisados em um estudo da coexistência de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em uma mesma área, como o deslocamento de um população de vetores em relação a outra, transporte de arbovírus de área rural para urbana e a exposição de *Ae albopictus* aos sorotipos dos vírus da dengue[12]. No Brasil o *Ae. aegypti* é o principal vetor do vírus da dengue, febre amarela urbana, zika e chikungunya.

Apesar de em outros países o *Ae. albopictus* ser considerado vetor da dengue, chikungunya e outras arboviroses, aqui no Brasil ele ainda não é um vetor comprovado. Embora larvas dessa espécie coletadas em ambiente natural já foram observadas infectadas pelo vírus da dengue[9,13,24,28]. Em condições de laboratório o *Ae albopictus* demonstra competência em se infectar com o vírus da dengue, Zika e chikungunya[6,7]. Segundo Degallier et al[10] (2003) é possível que no Brasil a participação do *Ae. albopictus* como vetor do vírus dengue tenha sido negligenciada.

Nas últimas décadas o ambiente urbano tem oferecido maiores condições para a inserção e permanência do *Ae. albopictus,* com isso essa espécie vem apresentando gradual adaptação ao intradomicílio , podendo elevar o risco de transmissão de doenças as populações humanas. Recentemente se observou uma significativa antropofilia do *Ae. albopictus*, juntamente com sua capacidade de transitar entre o ambiente rural e urbano tornando esse culicídeo um elo entre patógenos silvestres e urbanos[11,20,29].

A presença e a distribuição espacial das duas espécies de aedinos foram expressivas em toda área de estudo. Assim a cidade universitária se mostra um ambiente propício para permanência e dispersão desses culicídeos aumentando o risco de circulação de vários arbovírus e tornando a população local suscetível a contaminação e propagação de arboviroses, bem como o incomodo provocado pelas picadas.

Referências

1. Almeida PS, Meotti C, Almeida GS, Nascimento J, Araújo AD, Faccenda O, Fernandes MG. Infestação de *Aedes aegypti* (LINNEAUS, 1762) (DIPTERA: CULICIDAE) determinada por armadilhas de oviposição (ovitrampas) no Município de Costa Rica, estado do Mato Grosso do Sul. Rev. Patologia Tropical 2013; 42 (3): 331-339.

2. Alves WCL, Garayeb IS, Loureiro ECB. Bactérias isoladas de culicídeos (Diptera: Nematocera) hematófagos em Belém, Pará, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde 2010; 1(.1): 131-142.

3. Beserra EB, Fernandes CRM, Silva SAO, Silva LA, Santos JW. Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Iheringia, Série Zoologia 2009; 99 (2): 142-148.

4. Beserra EB, Ribeiro OS, Oliveira SA. Flutuação populacional e comparação de métodos de coleta de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Diptera, Culicidae). Iheringia, Série Zoologia 2014; 104(4): 418-425.

5. Calado DC, Navarro-Silva, M. A. Influência da temperatura sobre a longevidade, fecundidade e atividade hematofágica de *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* Skuse, 1894 (Diptera, Culicidae) sob condições de laboratório. Rev. Brasileira de Entomologia 2002ª; 46(1): 93-98.

6. Castro MG, Nogueira MRM, Schatzmayr HG, Miagostovich MP, Lourenço de Oliveira R. Dengue virus detection by using reverse transcription-polymerase chain reaction in saliva and progeny of experimentally infected *Aedes albopictus* from Brazil. Men. Inst. Osvaldo Cruz 2004; 99: 809-814.

7. Chouin-Carneiro T, Vega-Rua A, Vazeille M, Yebakima A, Girod R, Goidin D, Dupont-Rouzeyrol M, Lourenço de Oliveira R, Failloux AB. Differential

Susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. PLoS Negl. Trop. Diseases 2016; 10(3).

8. Consoli RAGB; Lourenço-de-Oliveira R. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz. 1994.

9. Delatte H, Paupy C, Dehecq JC, Thiria J, Failoux AB, Fontenille D. *Aedes albopictus*, vecteur ds vírus du chinkugunya et de la dengue. Biologie et controle, Parasite 2008; 15:3-13.

10. Degallier N, Teixeira JM, Soares SS, Pereira RD, Pinto SC, Chaib AJ, Vasconcelos PF, Oliveira E. *Aedes albopictus* may not be vector of dengue vírus in human epidemics in Brazil. Rev. de Saúde Pública 2003; 37(3):386-387.

11. Dieng H, Saifur R, Hassan A, Che Salmah M, Boots M, Satho T, Jaal Z, Abubakar S. Indoor-breeding of *Aedes albopictus* in northernpeninsular Malaysia and its potencial epidemiological implications. PLoS One 2010; 5(7).

12. Fantinatti ECS, Duque JEL, Silva AM, Navarro-Silva MA. Abundância e Agregação de Ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera:Culicidae) no Norte e Nordeste do Paraná. Neotropical Entomology 2007; 36(6):960-965.

13. Forattini OP. Culicidologia Médica. São Paulo: Edusp, 2002.

14. Galati EAB, Camara TNL, Natal D, Chiaravalloti-Neto F. Mudanças climáticas e saúde urbana. Rev. USP 2015; 107: 79-90.

15. Glasser, CM, Gomes, AC. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. Rev. de Saúde Pública 2002; 36(2): 1666-1672.

16. Gomes AC, Souza JMP, Bergamaschi D JLFS , Andrade VR, Leite OF, Rangel SSL, Souza NSN, Lima VCL. Atividade antropofílica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em área sob controle e vigilância. Rev. Saúde Pública 2005.

17. Juliano SI, Lounibos LP, O'Meara GF. A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *A. aegypti* in South Florida: differences between sites of coexistence and exclusion? Oecologia. 2004;139:583-93.

18. Lounibos LP. Invasion by insect vectors of human diseases. Ver. Entomology 2002; 47:233-266.

19. Maciel de Freitas R, Neto RB, Gonçalves JM, Codeço CT, Lourenço de oliveira R. Movement of dengue vector between the human modified enviroment and urban forest in Rio de Janeiro. Journal of Medical Entomology 2006; 43(6)1112-1120.

20. Martins VE, Alencar CH, Facó PE, Dutra RF, Alves CR, Pontes RJ, Guedes MI. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em Fortaleza, Estado do Ceará. Rev. da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2010; 43(1):73-77.

21. Miyazaki RD, Ribeiro ALM, Pignatti MG, Júnior José HC e Pignatti M. Monitoramento do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae), por meio de ovitrampas no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Estado de Mato Grosso. Rev. Sociedade Brasileira Medicina Tropical 2009; 42: 392-397.

22. Natal D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. Biológico 2002; v. 64(2): 205-207.

23. Odum EP. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

24. Pages F, Peyrefitte CN, Mve MT, Jarjaval F, Brisse S, Iteman I, Gravier P, Nkoghe D, Grandadam M. *Aedes albopictus* mosquito: the main vector of the 2007 Chikungunya outbreak in Gabon. PLoS One 2009; 4(3):1-4.

25. Prophiro JS, Silva OS, Luna JED, Piccoli CF, Kanis LA, Silva MAN. *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): coexistence and susceptibility to temephos, in municipalities with occurrence ofdengue anddifferentiated characteristics of urbanization. Rev. da da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2011; 44(3).

26. Ríos-Velasquez CM, Codeço CT, Honório NA, Sabroza PS, Moresco M, Cunha IC, Levino A, Toledo LM, Luz SL. Distribution of dengue vectors in neighborhoods with different urbanization types of Manaus, state of Amazonas, Brazil. Mem. do Instituto Osvaldo Cruz 2007; 102(5):617-623.

27. Serpa LLN, Costa KVRM, Voltolini JC, Kakitani I. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. Rev. de Saúde Pública 2006.

28. Serufo JC, Oca HM, Tavares VA, Souza AM, Rosa RV, Jamal MC, Lemos JR, Oliveira MA, Nogueira RM, Schatzmayr HG. Isolation of dengue virus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos city, State of Minas Gerais, Brazil. Mem. do Instituto Osvaldo Cruz 1993; 88(3):503-504.

29. Simard F, Nchoutpouen E, Toto JC, Fontenille D. Geographic distribution and breeding site preference of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Cameroon, Central Africa. Journal of Medical Entomology 2005; 42(5):726-731.

30. Souza SS, Silva IG, Silva HHG. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no Estado de Goiás. Ver. da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2010; 43(2): 152-155.

31. Zeidler JD, Acosta POA, Barrêto PP, Cordeiro JS. Vírus dengue em larvas de *Aedes aegypti* e sua dinâmica de infestação, Roraima, Brasil. Rev. Saúde Pública 2008; 42: 986-991.

4. Conclusões

Através dos Indicadores Entomológicos observou-se que a densidade e a presença do *Aedes aegypti* foi expressiva em quase todos os meses de coleta. As armadilhas utilizadas para avaliar esses índices foram as ovitrampas e adultraps. O uso das armadilhas de oviposição além de ser prático para monitoramento do vetor demonstra-se sensível para detectar a presença do mesmo em uma determinada área. Apesar de a adultrap poder auxiliar na medição da infestação de mosquitos adultos em uma localidade, nesse estudo mostrou-se pouco eficiente. Na busca ativa com aspiradores a espécie predominante foi o *Culex quinquefasciatus*, isso pode ser explicado pelo fato da área de estudo margear o Rio Pinheiros, ambiente ideal para proliferação desse inseto.

As variações ambientais de maneira geral provocam mudanças nos seres vivos. Em se tratando de insetos a pluviosidade e temperatura afetam diretamente a fecundidade, longevidade, hematofagia, distribuição e abundância dos mesmos. Nessa pesquisa os fatores abióticos apresentaram correlação significativa com algumas das espécies encontradas, propiciando seu desenvolvimento e proliferação.

A Cidade Universitária é um ambiente ideal para proliferação e manutenção de várias espécies de culicídeos, principalmente *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus.* É uma área que apresenta aspectos do ambiente urbano e periurbano em único espaço físico, ou seja, área com características urbanas com construções civis, alta circulação de pessoas, acúmulo de lixo (proporcionando potenciais criadouros artificiais) e proximidade com as principais avenidas da Capital Paulista. No interior dessa área, existem fragmentos de mata, com características silvestres, que alberga uma pequena fauna que serve de fonte alimentar para os culicídeos.

Diante do exposto, a área estudada necessita de um monitoramento constante, pois se mostrou como um local favorável para manutenção de espécies de culicídeos de importância epidemiológica proporcionar a propagação e autoctonia de diversas arboviroses. Ainda torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias de gestão ambiental e sustentabilidade, promovendo um ambiente saudável e melhor à qualidade de vida.

5. Referências

Alves WCL, Garayeb IS, Loureiro ECB. Bactérias isoladas de culicídeos (Diptera: Nematocera) hematófagos em Belém, Pará, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde 2010; 1(.1): 131-142.

Beserra EB, Castro Jr FP, Santos TS, Fernandes CRM. Biologia e Exigências Térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) Provenientes de Quatro Regiões Bioclimáticas da Paraíba. Neotropical Entomology 2006; 35 (6): 853-860.

Beserra EB, Ribeiro OS, Oliveira SA. Flutuação populacional e comparação de métodos de coleta de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Diptera, Culicidae). Iheringia, Série Zoologia 2014; 104(4): 418-425.

Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismo de ação e resistência. Epidemiol. e Serviços de Saúde. 2007; 16(2): 113 – 118.

Brasil. 2009. Diretrizes nacionais para prevenção e controle deepidemias de dengue. Brasília, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. 160p.

Casseb AR, Casseb LMN, Silva, SP, Vasconcelos PFC. ARBOVIRUS: IMPORTANT ZOONOSE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA. Veterinária e Zootecnia. 2013; 20(3):9-20.

Coelho G. Challenges in the control of *Aedes aegypti*. Rev. do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo 2012; 54:13-14.

Costa FS, Silva JJ, Souza CM, Mendes J. Dinâmica populacional de Aedes aegypti (L) em área urbana de alta incidência de dengue. Rev. da Sociedade brasileira de Medicina Tropical 2008; 41(3):309-312.

Donalisio MR, Glasser CM. Vigilância Entomológica de controle de Vetores do Dengue. Rev. Brasileira de Epidemiologia. 2002; 5(3):259-272.

Fávaro EA. Estudo da relação entre indicadores entomológicos para *Aedes aegypti* obtidos de Mosquitraps, de armadilhas de oviposição e de coletas de adultos com aspiradores [mestrado]. São José do Rio Preto: Faculdade de Medicina; 2006.Forattini OP, Brito M. Reservatórios domiciliares de água e controle de *Aedes aegypti*. Rev. de Saúde Pública 2003; 37 (5): 676-677.

Galati EAB, Camara TNL, Natal D, Chiaravalloti-Neto F. Mudanças climáticas e saúde urbana. Rev. USP 2015; 107: 79-90.

Glasser, CM, Gomes, AC. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. Rev. de Saúde Pública 2002; 36(2): 1666-1672.

Lopes N, Nozawa C, Linhares REC. Características gerais e epidemiologia dos arbovirus emergentes no Brasil. Rev. Pan- Amazônica de Saúde. 2014; 5(3): 55-64.

Morse SS. Factores in the Emergence of Infectious Diseases. Emerging Infectious Diseases. 1995; 1(1): 7-15.

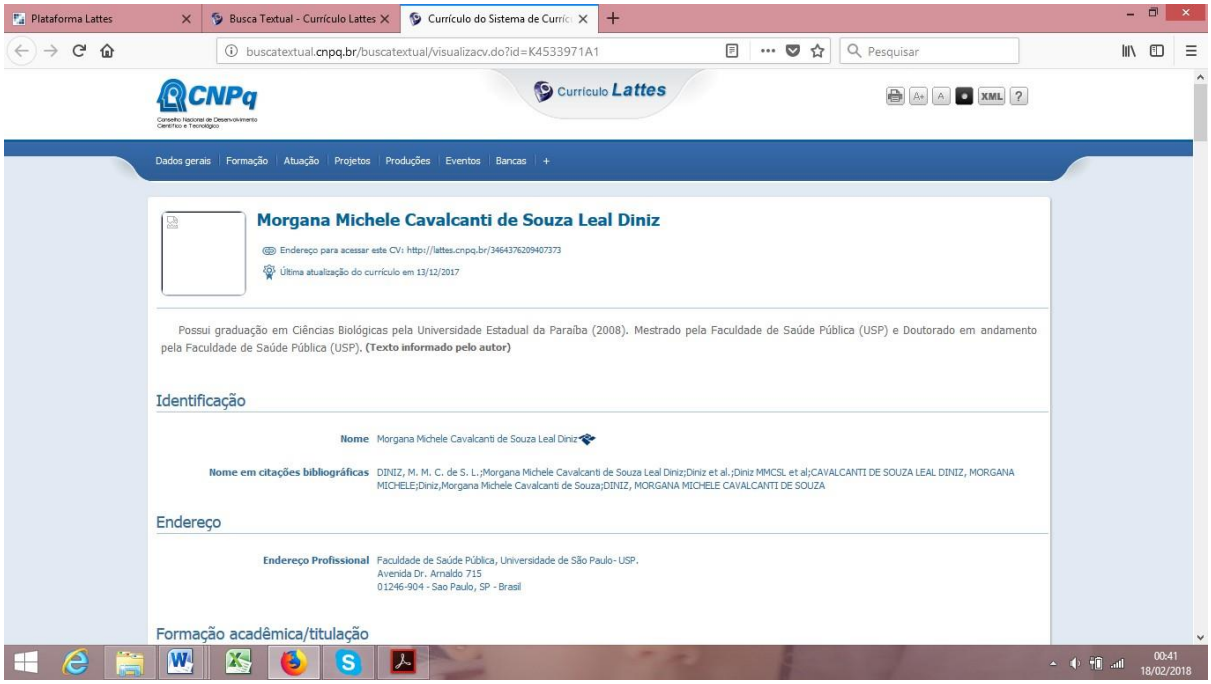
Silva IG, Silva HHG, Lima CG. Comportamento de oviposição de *Aedes aegypti* (Diptera,Culicidae) em diferentes estratos e ciclo biológico. Acta Biol. Paranaense 2003; 32(1-4):1-8.

Tauil PL. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. Cadernos de Saúde Pública. 2002; 18 (3).

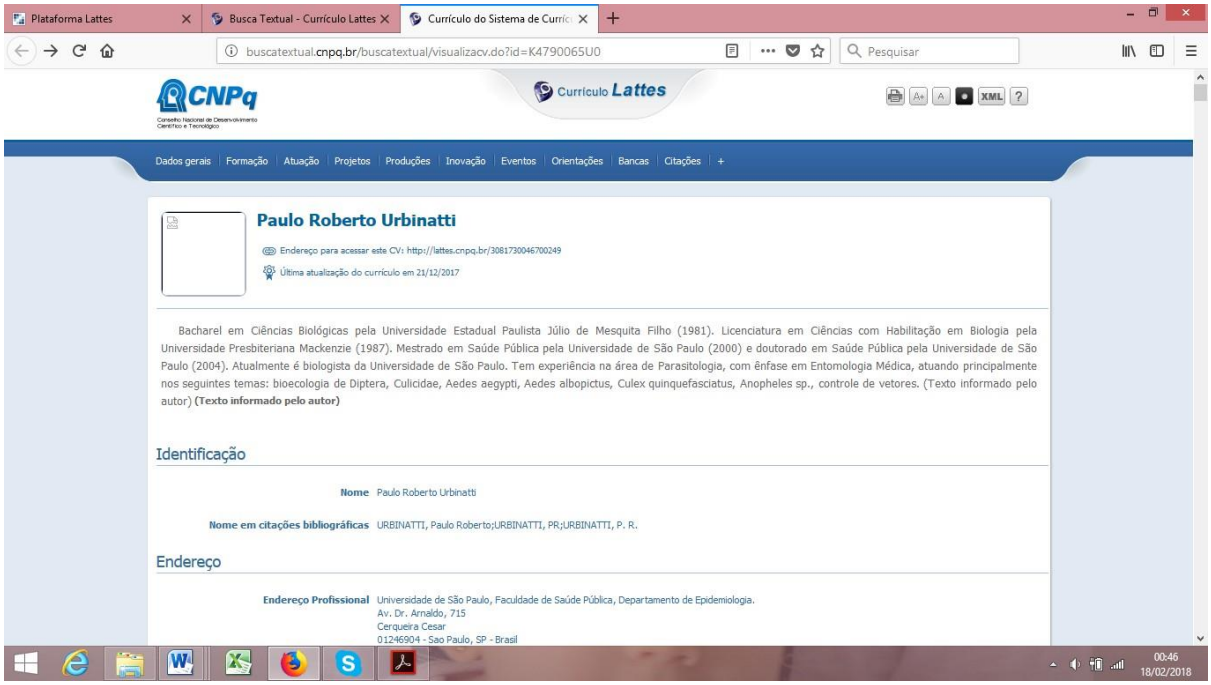
Travassos da Rosa APA, Travassos da Rosa JFS, Pinheiro FP, Vasconcelos PFC. Arboviroses. In: Leão RNQ. Doenças infecciosas e parasitárias – enfoque Amazônico. Instituto Evandro Chagas. 1997.

Anexo 1

Currículo LATTES da Autora e do Orientador



Currículo completo: http://lattes.cnpq.br/3464376209407373



Currículo completo: http://lattes.cnpq.br/3081730046700249