



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO-UEMA
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE CAXIAS-CESC
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E BIOLOGIA

ADRIANA DE SOUSA SILVA

**Parâmetros biológicos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) no município de Caxias,
Maranhão**

CAXIAS – MA

2020

ADRIANA DE SOUSA SILVA

**Parâmetros biológicos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) no município de Caxias,
Maranhão**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas do Centro de Estudos Superiores de Caxias, CESC/UEMA, para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Antonia Suely Guimarães e Silva

Co-orientadora: Profa. Dra. Valéria Cristina Soares Pinheiro

CAXIAS-MA

2020

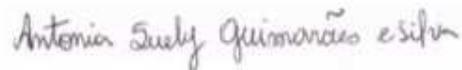
ADRIANA DE SOUSA SILVA

**Parâmetros biológicos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) no município de Caxias,
Maranhão**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas do Centro de Estudos Superiores de Caxias, CESC/UEMA, para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 11 / 12 / 2020

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Antonia Suely Guimarães e Silva (Orientadora)
Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia
Universidade Estadual do Maranhão



Profa. Me. Rosa Cristina Ribeiro da Silva (Membro)
Mestre em Biodiversidade, Ambiente e Saúde
Universidade Estadual do Maranhão



Profa. Me. Sêmilly Suélen da Silva Sousa (Membro)
Mestre em Biodiversidade, Ambiente e Saúde
Universidade Estadual do Maranhão

FICHA CATALOGRÁFICA

S586p Silva, Adriana de Sousa

Parâmetros biológicos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) no município de Caxias, Maranhão / Adriana de Sousa Silva. Caxias: CESC/UEMA, 2020.

38f.

Orientador: Profª Dra. Antonia Suely Guimarães e Silva.

Monografia (Graduação) – Centro de Estudo de estudos Superiores de Caxias, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Elaborada pelo bibliotecário Wilberth Santos Raiol CRB 13/608

*À Deus por me proporcionar
sabedoria e paciência. À minha
família por tanto apoio e incentivo.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, que através de sua bondade infinita, me concedeu o potencial de concretizar essa etapa da minha vida.

À Universidade Estadual do Maranhão - UEMA pela formação acadêmica.

À minha família por todo apoio e incentivo em especial a minha irmã Lindalva pelo suporte financeiro, sem você teria sido mais difícil. Eu te amo!!

Aos meus pais (Pépetua e Antonio) pelo amor e incentivo.

À Daniel Lopes meu “crush” por todo carinho e incentivo, aquele que acreditou em minha capacidade, obrigada por sua existência.

À Ricardo da Silva meu amigo e “psicólogo”, pelo incentivo e verdades dolorosas (risos), aquele que sempre acreditou em mim. Sem nossas conversas eu não teria evoluído tanto, a você, minha eterna gratidão.

À minha best friend foverer Bruna Pessoa, sem você esse trabalho não teria saído (risos), não tenho palavras para agradecer tanta ajuda e apoio durante a graduação, Eu te amo!

À Profa. Dra. Antonia Suely Guimarães e Silva pela confiança, oportunidade, ensinamentos e orientação, muito obrigada.

À Profa. Dra. Valéria Cristina Soares Pinheiro por ter me recebido em seu laboratório, pela co-orientação oportunidade, ensinamentos, obrigada.

À Profa. Dra. Joelma Soares da Silva pelos ensinamentos e contribuições na realização deste trabalho, muito obrigada.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Me. Sêmilly Suélen da Silva Sousa e Profa. Me. Rosa Cristina Ribeiro da Silva.

Aos professores do curso de ciências Biológicas, pelos ensinamentos, orientações e conselhos, muito obrigada.

À minha turma de biologia 2015.1, em especial Valéria, Yara, Daniel, Lavínia e Débora por serem a família que a UEMA me deu. Eu amo vocês!

A meus amigos do Laboratório de Entomologia Médica (LABEM) em especial a Katiane, Rachell, Maxilene, Juliete por sempre estarem dispostas a me ajudar.

À profa. Mirú, que tanto me ajudou no início da graduação, jamais esquecerei, obrigada pelo carinho.

A todos que fizeram parte da minha caminhada, serei sempre grata.

RESUMO

O mosquito *Aedes aegypti* possui importância epidemiológica em todo o mundo por transmitir vírus que causam doenças como a dengue, febre amarela, zika e chikungunya. Os vírus são transmitidos pela picada da fêmea desse mosquito, que necessita de sangue para maturação dos ovos. Pertence ao filo Arthropoda, classe Hexapoda, ordem Diptera, família Culicidae e ao gênero *Aedes*. Possui ciclo de vida holometábolo, que compreende as fases de ovo, larva, pupa e adulto, durando em média de 8 a 12 dias. O adulto sobrevive cerca de 40 dias dependendo das condições ambientais, fator determinante para a transmissão das arboviroses. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi avaliar os parâmetros biológicos de *Ae. aegypti* em condições de laboratório. No período de abril e maio de 2019 foram realizadas coletas de imaturos (ovos) em cinco bairros da cidade de Caxias, MA, sendo uma em cada bairro. Os imaturos foram coletados com utilização de armadilhas para oviposição (ovitrampas), dispostas nos peridomicílios das residências, posteriormente foram transportadas ao laboratório para a manutenção da colônia e observação dos parâmetros biológicos (fecundidade, fertilidade e longevidade). Foram coletados 727 ovos pertencentes à espécie *Ae. aegypti*. Para o monitoramento individual da colônia, foram utilizados 100 ovos oriundos da geração F1, sendo que destes 50 eclodiram e deram origem a larvas, o que correspondeu a 50% da viabilidade dos ovos. O mesmo procedimento foi realizado nas demais gerações até a F4. No ciclo de vida do *Ae. aegypti* a fase de ovo apresentou duração média de 4,71 dias, o estágio larval total foi de 2,45 dias e a fase de pupa teve em média 2,25 dias. O ciclo completo durou em média de 10,5 dias. Quanto ao sexo, as fêmeas foram mais longevas (28,5 dias) que os machos (19,4 dias). A taxa de oviposição das fêmeas foi de 48% (N=24) e a preferência para oviposições ocorreu às 7h00 da manhã e três dias após o repasto, com postura média de 43 ovos por fêmea. O estudo desses parâmetros irá subsidiar os órgãos responsáveis na adoção e intensificação das medidas de controle desse vetor no município de Caxias, Maranhão.

Palavras-chave: Arboviroses. Vetores. Desenvolvimento. Controle. Prevenção.

ABSTRACT

The *Aedes aegypti* gnat has epidemiological importance worldwide because it transmits viruses that cause diseases such as dengue, yellow fever, zika and chikungunya. The viruses are transmitted by the bite of the female of this gnat, which needs blood to mature the eggs. It belongs to the phylum Arthropoda, class Hexapoda, order Diptera, family Culicidae and to the genus *Aedes*. It has a holometabolic life cycle, which comprises the phases of egg, larva, pupa and adult, lasting an average of 8 to 12 days. The adult survives about 40 days depending on the environmental conditions, a determining factor for the transmission of arboviruses. In this sense, the objective of this study was to evaluate the biological parameters of *Ae. aegypti* in laboratory conditions. In the period from april to may 2019, collections of immature (eggs) were carried out in five neighborhoods in the city of Caxias, MA, one in each neighborhood. The immatures were collected using oviposition traps (ovitrams), placed in the peridomiciliary houses of the residences, later they were transported to the laboratory for the maintenance of the colony and observation of the biological parameters (fertility, fertility and longevity). 727 eggs belonging to species were collected *Ae. aegypti*. For the individual monitoring of the colony, 100 eggs from F1 generation were used, of which 50 hatched and gave rise to larvae, which corresponded to 50% of the viability of the eggs. The same procedure was carried out in the other generations until F4. In the life cycle of *Ae. aegypti* the egg phase lasted an average duration of 4.71 days, the total larval stage was 2.45 days and the pupal stage averaged 2.25 days. The complete cycle lasted an average of 10.5 days. As for sex, females were longer (28.5 days) than males (19.4 days). The oviposition rate of females was 48% (N = 24) and the preference for oviposition occurred at 7:00 am and three days after the meal, with an average laying of 43 eggs per female. The study of these parameters will subsidize the agencies responsible for the adoption and intensification of the control measures for this vector in the city of Caxias, Maranhão.

Keywords: Arboviroses. Vectors. Development. Control. Prevention.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Ciclo biológico de <i>Ae. aegypti</i>	07
Figura 2- Localização do Município de Caxias, Maranhão, com destaque para os bairros de coleta de ovos da espécie <i>Ae. aegypti</i> em Caxias, MA.....	12
Figura 3- (A) Ovitampas; (B) Paletas colocadas para secar; (C) Contagem de ovo.....	14
Figura 4- Manutenção de imaturos. A) bacia com larvas; B) gaiola com adultos.....	15
Figura 5- Copos com larvas, pupas e adultos de <i>Ae. aegypti</i> para observação individual em condições de laboratório (A) Copos com larvas e pupas; (B) copos com adultos.....	16
Figura 6- Médias da duração do desenvolvimento das fases de (ovo, larva e pupa) de <i>Ae. aegypti</i> por gerações.....	19
Figura 7- Longevidade em dias de machos de <i>Ae. aegypti</i> adultos, nas diferentes gerações.....	21
Figura 8- Longevidade em dias de fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> adultos, nas diferentes gerações.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Quantidade de ovos de <i>Ae. Aegypti</i> coletados por bairro em Caxias, Maranhão.....	18
Tabela 2- Médias de oviposição por fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> em condições controladas.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 Importância epidemiológica de <i>Ae. aegypti</i>	5
1.2 Biologia do mosquito.....	6
1.3 Distribuição geográfica de <i>Ae. aegypti</i>	8
1.4 Medidas de controle.....	8
1.5 Parâmetros biológicos de <i>Ae. aegypti</i>	9
1.5.1 Fecundidade	9
1.5.2 Fertilidade	10
1.5.3 Longevidade.....	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Geral.....	12
2.2 Específicos	12
3 MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1 Área de estudo	13
3.2 Caracterização dos bairros de estudo.....	13
3.3 Coleta de ovos de <i>Ae. aegypti</i> em campo	15
3.3.1 Manutenção de imaturos de <i>Ae. aegypti</i> , em condições de laboratório	16
3.3.2 Observação do ciclo biológico e desenvolvimento de <i>Ae. aegypti</i>	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Coleta de ovos.....	19
4.2 Colonização e observação do ciclo biológico de <i>Ae. aegypti</i> em diferentes gerações	19
5 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

1.1 Importância epidemiológica de *Aedes aegypti*

Os mosquitos são considerados os mais importantes artrópodes que afetam a saúde humana. Esta situação decorre sobretudo do desempenho que apresentam como vetores de organismos causadores de doenças, a exemplo da malária, filariose, encefalites, febre amarela, dengue, febre chikungunya e febre zika, as quais, acometem principalmente a população de países subdesenvolvidos situados em regiões tropicais (FOSTER & WALKER, 2002; DONALISIO *et al.*, 2017; ARAGÃO *et al.*, 2018).

Dentre os mosquitos de importância epidemiológica, a espécie *Ae. aegypti* se destaca devido à elevada ocorrência das doenças que transmite, as arboviroses, sendo a de maior importância a dengue, causada pelo vírus DENV, responsável por elevado número de internações e óbitos (Lima-Camara 2016; Brasil, 2019). Até a Semana Epidemiológica 34 (agosto de 2020), foram notificados 924.238 casos prováveis (taxa de incidência de 439,8 casos por 100 mil habitantes) de dengue no país. Com maiores registros para a Região Centro-Oeste, e a Região Nordeste é a quarta com maior incidência. A curva epidêmica dos casos ultrapassa o número de casos do mesmo período em 2019 (BRASIL, 2020).

Nesse mesmo período foram notificados 66.788 casos prováveis de chikungunya com uma taxa de incidência de 31,8 casos por 100 mil habitantes no país. As regiões Nordeste e Sudeste apresentam as maiores taxas de incidência, 79,2 casos/100 mil habitantes e 22,0 casos/100 mil habitantes, respectivamente. O estado da Bahia concentra 49,6% dos casos prováveis de chikungunya do país e o Espírito Santo concentra 19,8% dos casos (BRASIL, 2020).

Com relação aos dados de zika, foram notificados 5.959 casos prováveis (taxa de incidência 2,8 casos por 100 mil habitantes) no país. A região Nordeste apresentou a maior taxa de incidência (7,3 casos/100 mil habitantes); seguida das regiões Centro-Oeste (3,4 casos/100 mil habitantes); e Norte (2,0 casos/100 mil habitantes). O estado da Bahia concentra 49,6% dos casos de zika do país (BRASIL, 2020).

No Maranhão, em 2020, até setembro foram notificados 2.468 casos prováveis de dengue com a incidência de 34,9 por 100 mil habitantes e o registro de três óbitos, foram registradas 171 notificações de chikungunya com 2 óbitos e 121 casos de zika (Brasil, 2020). Essas arboviroses, além de causarem prejuízos à saúde pública, impactam a economia, resultando na diminuição da mão de obra e tratamento de pessoas doentes

(STAHL *et al.*, 2013; SHEPARD *et al.*, 2014, 2015; CALVO *et al.*, 2016; PATTERSON *et al.*, 2016; LOCONSOLE *et al.*, 2018).

O mosquito *Ae. aegypti* pertence ao filo Arthropoda, classe Insecta, ordem Diptera, família Culicidae e gênero *Aedes*, esse mosquito tem como características principais a coloração preta, manchas brancas pelo corpo e um desenho em forma de lira no tórax, sendo que os machos diferem das fêmeas por possuírem palpos maiores e antenas plumosas (FUNASA, 2001; PASSOS *et al.*, 2003; SANTA CATARINA, 2008; CHAVES *et al.*, 2015).

O vetor da dengue *Ae. aegypti* vive em ambientes domésticos dos centros urbanos onde dispõe de criadouros que favorecem a sua rápida reprodução. Apesar de se desenvolver em superfícies naturais como, buracos em árvore, folhas de bromélias, interior de bambu, esse mosquito tem preferência por recipientes artificiais como pneus, garrafas vazias, vasos de plantas, reservatórios de água potável. Onde deposita seus ovos isoladamente, próximos à lâmina d'água, nas paredes internas e úmidas desses recipientes, de modo que estes ovos podem permanecer viáveis por vários meses, mesmo na ausência de água (FORATTINI, 2002; GOMES *et al.*, 2007).

1.2 Biologia do mosquito

A espécie *Ae. Aegypti*, é um mosquito holometábolo, ou seja, possui metamorfose completa (ovo, larva, pupa e adulto). Após a eclosão do ovo ocorrem quatro estádios larvais (L1, L2, L3 e L4) e uma fase de pupa antes de chegar à forma adulta (CONSOLI e LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994).

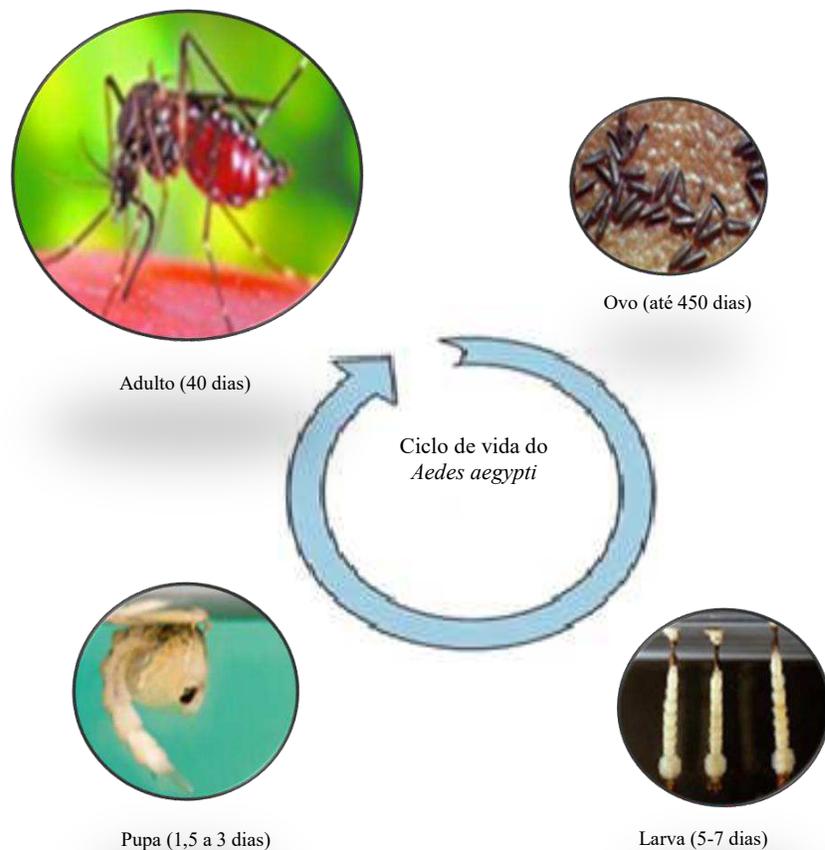
Os ovos possuem alta resistência às condições do meio, podendo resistir a dissecação, o que lhe possibilita permanecer em ambiente seco por pelo menos 450 dias, uma vantagem para o mosquito, já que os ovos podem permanecer viáveis até o período chuvoso seguinte possibilitando assim a eclosão da larva (FORATTINI, 2002; SOARES-PINHEIRO *et al.*, 2016).

As larvas possuem formato alongado e oito segmentos ao longo do corpo, no último segmento encontram-se quatro brânquias lobuladas que realizam regulação osmótica e um sifão para respiração na superfície da água, essa fase dura em torno de 5 a 7 dias Consoli e Lourenço-de-Oliveira, (1994). A fase de pupa é a última fase imatura antes da emersão do adulto, dura cerca de dois dias ou pouco mais, isso em temperatura ambiente normal. As pupas masculinas se diferem das femininas por possuírem tamanho menor e também por sofrerem eclosão primeiro (FUNASA, 2001; BRASIL, 2015).

A forma adulta é a fase reprodutiva do mosquito, nesta fase o mosquito se caracteriza por possuir coloração preta com manchas brancas espalhadas por todo o corpo e um desenho em forma de lira no tórax. Os mosquitos machos se diferem das fêmeas por possuírem antenas plumosas e palpos maxilares maiores. Quanto à alimentação, ambos se alimentam de seivas de plantas, porém, a fêmea realiza hematofagia como complemento necessário à maturação dos ovos. Em laboratório, as fêmeas chegam a ovopositar de 180 a 280 ovos, isso com temperatura variando entre 20°C a 30°C (YANG *et al.*, 2009).

O ciclo de vida desde o ovo até a emergência do adulto ocorre em um período de 7 a 14 dias, dependendo das condições climáticas, da disponibilidade de alimentos e quantidade de larvas presentes no mesmo criadouro (CLEMENTS 1992; FORATTINI 2002; CARVALHO & MOREIRA 2017) (Figura 1).

Figura 1. Ciclo biológico de *Aedes aegypti*.



Fonte: Adaptado de GERIS et al, 2012.

1.3 Distribuição geográfica de *Aedes aegypti*

O mosquito *Ae. aegypti* é originário da África e acredita-se que chegou ao Brasil através do tráfico negreiro entre África e as Américas durante os séculos XV e XIX. Encontra-se distribuído nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Kamal *et al.*, 2018; Powell *et al.*, 2018), encontrado principalmente entre os paralelos 45° de latitude norte e 40° latitude sul, encontrado fora desses limites tende a não manter uma população estável (FORATTINI, 2002).

Em 1955 o *Ae. Aegypti* foi eliminado do Brasil, retornando em 1976 por falhas de cobertura de ações do controle da dengue. Provavelmente sua reintrodução ocorreu por meio de fronteiras e portos, sendo que atualmente alcança altas infestações em domicílios localizados em regiões com altas temperaturas e umidades, principalmente no verão, estação típica em países tropicais como o Brasil (BRASIL, 2019).

Nesse sentido, no Brasil, esse mosquito se encontra amplamente distribuído em todas as Unidades Federativas (ou seja, 26 estados e Distrito Federal) comprovando a sua elevada dispersão e capacidade adaptativa às condições climáticas e adversas que encontrou neste país tropical. Nesse sentido, se faz necessário a intensificação e implementação de medidas de controle do vetor.

1.4 Medidas de controle

As condições do Brasil, são favoráveis à proliferação do *Ae. aegypti*, desde a sua reintrodução em 1976, conseqüentemente ocasionando acentuado avanço da doença. Essa reintrodução do vetor causou ineficiência no método de controle tradicionalmente empregado (controle químico) (BRASIL, 2007).

Estudos realizados para entender melhor o desenvolvimento do *Ae. aegypti*, utilizando-se diferentes metodologias, tem contribuído para o controle deste mosquito, que encontra-se adaptado às condições das cidades é bem complexo e exige ações coordenadas de múltiplos setores da sociedade, além de mudanças de hábitos culturais das populações expostas. Dessa forma, o controle das populações de mosquitos, consistem em ações educacionais, mecânicas, químicas e biológicas (BRAGA & VALLE 2007; BOYER *et al.* 2012; BALDACCHINO *et al.*, 2015; BENELLI *et al.*, 2016; ACHEE *et al.*, 2019).

As ações de educação e saúde direcionadas ao controle do vetor consiste em sensibilizar e conscientizar a população, sobre os locais que possam servir de criadouros e desenvolvimento do mosquito (SANTOS *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2018).

O controle mecânico, mais eficiente e menos impactante para o meio ambiente, pois visa a vigilância e o manejo ambiental através da eliminação do vetor, seus focos e criadouros artificiais; o controle biológico, consiste na utilização de patógenos que liberam toxinas, tais como bactérias e fungos, assim como a manutenção de parasitas e predadores, como peixes e invertebrados aquáticos que se alimentam das larvas e pupas, combatendo a população vetorial e o controle químico, usado quando os demais não são eficazes, utilizando-se de repelentes e inseticidas para o controle das formas larvais (larvicidas) e adultas (adulticidas) (ZARA *et al.*, 2016; BRAGA; VALLE, 2007; SHULSE; SEMLITSCH; TRAUTH, 2013).

Diante do exposto, a observação e o acompanhamento do ciclo de vida de *Ae. aegypti*, ao passo que fornecerá informações sobre o desenvolvimento do mosquito nas regiões em estudo, servirá como ponto de partida para novos estudos, assim como para a melhoria das ações direcionadas ao controle desse vetor. Dessa forma, se faz necessário conhecer a bioecologia do *Ae. aegypti*, para adoção e intensificação de medidas de controle do vetor da dengue, de forma mais eficaz e assim, contribuir para a diminuição do número de casos de dengue, zika e Chikungunya.

1.5 Parâmetros biológicos de *Aedes aegypti*

1.5.1 Fecundidade

O termo fecundidade tem sido abordado de diferentes maneiras na literatura por diversos autores. Para Lincoln *et al.* (1982), a fecundidade estaria relacionada ao número de gametas formados pelas fêmeas. Já para os autores Clements e Boocok (1984), a fecundidade poderia ser estimada através do total de ovos postos pelas fêmeas durante todo o ciclo de vida além daqueles retidos nos ovários.

O potencial reprodutivo das fêmeas de mosquitos é influenciado pela nutrição larval, particularmente, no final do estágio larval, e o subsequente aproveitamento desse potencial depende das condições nutricionais durante a vida adulta Clements (1992). Para isso, as fêmeas necessitam realizar o repasto sanguíneo que resulta na manutenção dos ovos, finalizando com a oviposição. O período que se inicia com a procura e realização da hematofagia até a realização da postura é denominado ciclo gonotrófico, que dura em média 7 a 10 dias (FORATTINI, 1996).

1.5.2 Fertilidade

No momento da oviposição, o ovário é altamente permeável à água tornando os ovos vulneráveis às variações de umidade e temperatura do ambiente. Esses ovos absorvem água resultando em aumento de peso e tamanho, reduzindo a permeabilidade de acordo com a esclerotização e tornam-se resistentes à perda e absorção de água após o total escurecimento do córion Clements, (1992). A eclosão das larvas acontece normalmente após a conclusão do desenvolvimento embrionário, período de até 48 horas após a oviposição, com pequeno ou quase nenhum atraso, sendo estimulada pela baixa concentração de oxigênio dissolvido na água (CLEMENTS, 1992).

A taxa de eclosão em mosquitos pode ser afetada por fatores bióticos e abióticos. Dentre os aspectos biológicos que podem interferir na eclosão, está a alta densidade de larvas no ambiente aquático em que os ovos foram ovipositados, situações de laboratório (Livdahl *et al.*, 1984; Edgerly *et al.*, 1993) e campo Livdahl & Edgerly, (1987) mostraram que altas densidades de larvas nos últimos estádios de desenvolvimento inibem a eclosão de várias espécies de *Aedes* Livdahl & Willey, (1991). Porém, segundo Konekoop e Livdahl (1986), esse mecanismo favoreceria a sobrevivência de larvas recém eclodidas devido à menor competição com larvas em final de desenvolvimento. Além disso, a probabilidade de canibalismo seria mais reduzida.

1.5.3 Longevidade

Dentro da história de vida dos insetos, a longevidade é uma importante característica da evolução deste grupo na adaptação aos diferentes meios de vida (Carey 2001).

A longevidade média das fêmeas de *Ae. aegypti* é um parâmetro entomológico importante, pois constitui fator imprescindível na avaliação da capacidade vetorial. Isto porque quanto maior for esta longevidade, maior a probabilidade dessas fêmeas se infectarem pelo agente patogênico, viverem mais tempo e transmitirem a doença em condições ambientais naturais (SAMPAIO, 2010).

De acordo com os autores (Ellis *et al.*, 2011; Hugo *et al.*, 2014) é uma característica biológica muito importante para o *Ae. aegypti*, pois, uma maior longevidade é fator essencial para transmissão das arboviroses, uma vez que, influencia no tempo necessário para penetração no epitélio intestinal, replicação e disseminação, infectando as glândulas salivares, para assim ocorrer a transmissão dos vírus.

Em virtude do exposto, trabalhos abordando essa temática objetivando conhecer a biologia do *Ae. aegypti* e os seus parâmetros biológicos, como a fecundidade, fertilidade e longevidade em condições de laboratório a partir de ovos do campo coletados em diferentes áreas do município de Caxias, Maranhão, com vistas a manutenção desses vetores em grande escala no Laboratório de Entomologia Médica.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

✓ Avaliar os parâmetros biológicos de diferentes gerações de *Ae. aegypti* em condições de laboratório.

2.2 Específicos

✓ Verificar o desenvolvimento das fases de ovos, larvas, pupas e mosquitos em condições de laboratório em diferentes gerações do vetor (F1, F2, F3, F4);

✓ Obter parâmetros biológicos de *Ae. aegypti* da geração F1 e comparar com outras gerações mantidas em condições de laboratório (temperatura, umidade e fotoperíodo);

✓ Observar a longevidade, fertilidade e oviposição de adultos de *Ae. aegypti* em condições de laboratório.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

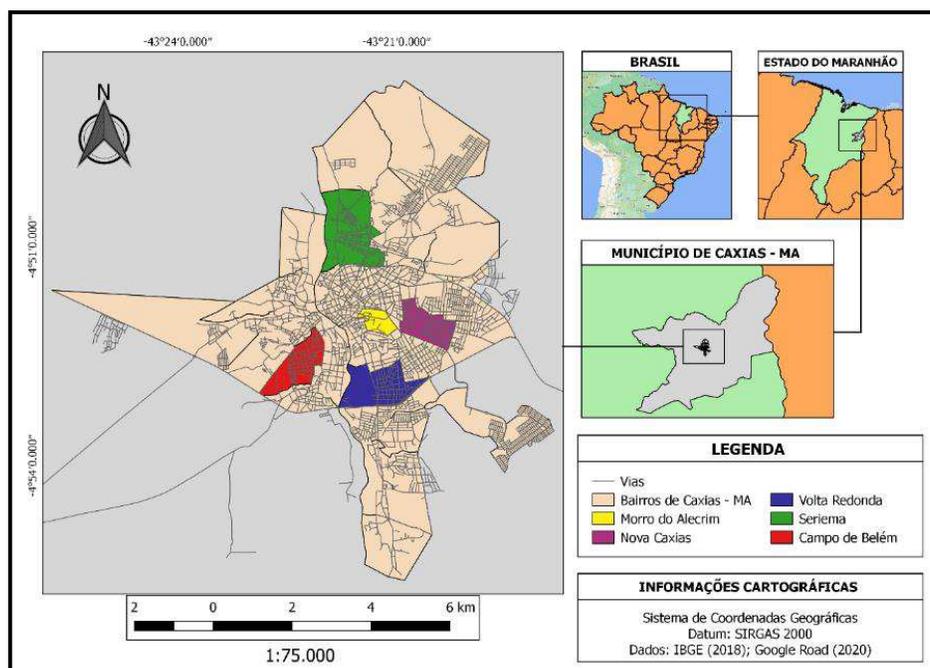
O município de Caxias, localizado na parte leste do Maranhão, está situado entre as coordenadas a 04°51'32" de latitude sul e 43°21'22" de longitude a oeste. Possui área de 5.196,77 km² e população estimada em 164.880 habitantes em 2019 (IBGE, 2019).

O clima é equatorial quente e úmido, com duas estações: uma chuvosa, que se concentra, sobretudo, de janeiro a abril, e uma seca, principalmente nos meses de setembro a novembro, caracterizando-se como a estação mais quente. A temperatura máxima atinge cerca de 38,3°C e mínima de 21,2°C. Os totais anuais predominantes de chuvas situam-se entre 1.200mm a 1.300mm, (Caxias, 2015). A média anual de umidade relativa do ar é de 70%, a máxima ocorre nos meses de março e abril, com valor de 83%, enquanto no período seco o valor pode chegar a 57% (GEPLAN, 2002).

3.2 Caracterização dos bairros de estudo

Os imaturos foram coletados em cinco bairros da zona urbana da cidade de Caxias, Maranhão (Campo de Belém, Morro do Alecrim, Nova Caxias, Seriema e Volta Redonda). A escolha dos bairros foi realizada por meio de sorteio de forma aleatória (Figura 2).

Figura 2. Localização do Município de Caxias, Maranhão, com destaque para os bairros de coleta de ovos da espécie *Aedes aegypti* em Caxias - MA.



Fonte: IBGE, 2020; Organização: SOUSA, 2020

O bairro Seriema está situado na zona norte de Caxias - MA é constituído por 2.541 imóveis, distribuídos em 78 quarteirões. Neste bairro as ruas são asfaltadas, no entanto algumas não possuem asfalto e apresentam esgoto a céu aberto. As residências são de alvenaria e apresentam em sua maioria quintais grandes, com vegetação e recipientes de armazenamento de água (SOUSA, 2019).

Morro do Alecrim, bairro que está situado na zona central da cidade, considerado um dos bairros nobre de Caxias, Maranhão, onde está localizada a Universidade Estadual do Maranhão, Tiro de Guerra, uma área onde concentra as mais importantes atrações turísticas da cidade, Memorial da Balaiada, o Forte que foi palco da Guerra da Balaiada e o Mirante. Bairro com ruas pavimentadas, com residências construídas de alvenaria com quintais pequenos e/ou inexistentes e os recipientes de armazenamento são constituídos por caixas d'água.

O bairro Volta Redonda que está situado na zona sul de Caxias, possui 34 ruas, é um bairro que dá acesso às saídas da cidade, pela BR 316, que dá acesso à Teresina e São Luís e à MA 034 que dá acesso ao Baú. Os imóveis apresentam quintais bem amplos e arborizados, com recipientes de armazenamento. Apresenta diversos pontos comerciais dos mais diversos gêneros, como feira livre, farmácias, posto de gasolina, supermercados, panificadoras, oficinas mecânicas, dentre outros. Neste bairro também fica a Estação de Tratamento de Água – ETA, bairro com 44 anos de fundação, as ruas em sua maioria são pavimentadas e a população ainda necessita armazenar água em recipientes.

O bairro Nova Caxias está localizado na zona leste de Caxias - MA, possui aproximadamente 34 ruas e em sua maioria possui asfalto, com grande fluxo populacional, comércio. Os moradores possuem hábito de utilizar depósitos para armazenar água como tanques fabricados em cimento, baldes de plásticos ou barro. A maioria das residências são de alvenaria possuem animais de estimação, como gato e cachorro que circulam livremente no intra e peridomicílio das residências.

O bairro Campo de Belém está situado na zona Oeste da cidade, da mesma forma que os outros bairros apresentam ruas em condições precárias, acúmulo de lixo, que exalam forte odor, tornando essas ruas por vezes intransitáveis. Existem muitas casas em situações de riscos, localizadas em cima de morros e encostas, próximas a região de mata. O bairro é banhado por um riacho, ainda em condições da população usar para banho. Nos quintais das residências há pouca arborização ou nenhuma, em poucos domicílios

verificou-se a presença de animais domésticos e as pessoas tem o hábito de armazenar água em recipientes (Aguiar, 2019).

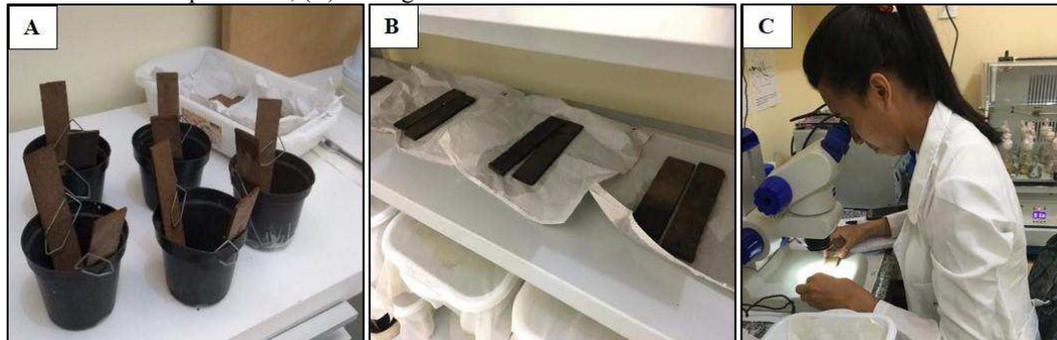
3.3 Coleta de ovos de *Aedes aegypti* em campo

Para o estabelecimento das colônias, foram realizadas coletas de ovos de *Aedes* utilizando armadilhas de oviposição também chamadas de ovitrampas (Figura 3A). Estas são compostas por um recipiente de plástico na cor preta com boca larga com capacidade de 300 ml. No interior do recipiente, foram utilizadas palheta de madeira tipo *Duratree*, marca *Eucatex*, de formato retangular com 12 cm de comprimento e 2 cm de largura, colocada com o lado áspero exposto para cima, para servir como substrato para aderência do ovo depositado pela fêmea do mosquito, fixa com um clip de aço inoxidável número oito. Para atrair as fêmeas até a armadilha foi adicionado 250ml de solução preparada a partir de água de torneira e 10% de feno uma espécie de capim colônia (*megathyrus maximus*) (REITER *et al.*, 1995).

As coletas foram realizadas no período entre abril e maio de 2019 as amostragens iniciaram após consentimento dos moradores. Dez ovitrampas foram distribuídas em cada bairro nas residências, totalizando 50 armadilhas. As armadilhas foram instaladas no peridomicílio, ao nível do solo, próximo a plantas, abrigada de sol e chuva, longe da movimentação de pessoas e animais.

Após cinco dias as armadilhas foram retiradas e transportadas ao Laboratório de Entomologia Médica – LABEM da Universidade Estadual do Maranhão/Centro de Estudos Superiores de Caxias. No laboratório, as paletas foram envolvidas individualmente em papel toalha devidamente etiquetadas e colocadas para secar a temperatura ambiente (Figura 3B), posteriormente foram analisadas em microscópio estereoscópio, seguida do processo de quantificação das paletas positivas para ovos, referente a cada bairro (Figura 3C).

Figura 3. Material de coleta no campo e manipulação do material em laboratório (A) Ovitrapas; (B) Paletas colocadas para secar; (C) Contagem de ovos.



Fonte: PESSOA-DA-SILVA. B. (2019)

3.3.1 Manutenção de imaturos de *Aedes aegypti*, em condições de laboratório

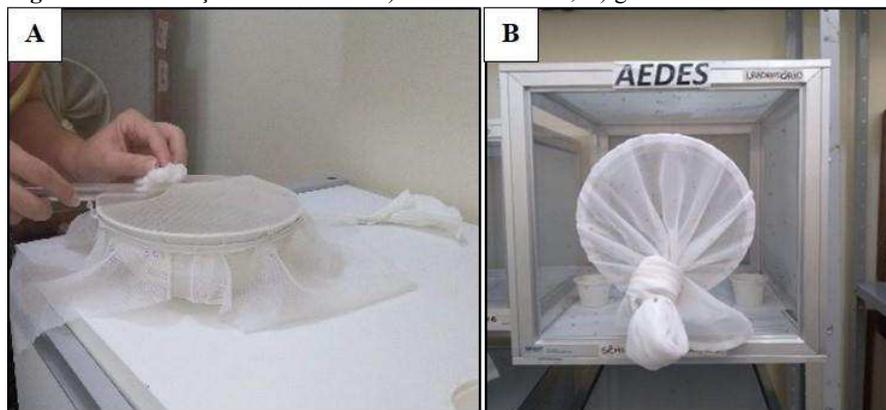
As paletas contendo os ovos foram colocadas em bacias plásticas, contendo 500 ml de água de torneira, para eclosão das larvas (Figura 4A). As bacias foram identificadas conforme bairro de coleta. As larvas foram mantidas no insetário em condições controladas, com temperatura de $27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de 60-90% e fotoperíodo de 12h claro/ 12h escuro, seguindo protocolo de Consoli e Lourenço-de-Oliveira (1994), adaptado por Pinheiro e Tadei (2002).

Após eclosão desses ovos, as larvas foram transferidas para bacias plásticas e alimentadas com ração triturada para gato. A água das bacias, foram trocadas a cada três dias para evitar a formação de película de gordura na superfície.

Todas as bacias foram cobertas com tecido de malha tipo filó para evitar a fuga dos mosquitos adultos. Após a emergência, os adultos foram aspirados com capturador manual do tipo Castro e identificados quanto à espécie, essa identificação foi realizada utilizando caracteres morfológicos externos principalmente do tórax, com auxílio de estereomicroscópio ZEISS Stemi 2000 50X e chaves de identificação propostas por Forattini (2002).

Os adultos machos e fêmeas identificados como *Ae. aegypti* foram colocados para copular em gaiolas de zinco (40 cm x 40 cm x 30 cm) (Figura 4B). Um copo plástico revestido com tira de papel filtro e preenchido com 30 mL de água de torneira foi utilizado como substrato para oviposição. Como fonte de alimentação foi colocado um *Erlenmeyer* contendo algodão embebido com água açucarada a 10%, assim que estivesse seco o algodão foi substituído.

Figura 4. Manutenção de imaturos. A) bacia com larvas; B) gaiola com adultos



Fonte: SILVA. A.S. (2019)

Para as fêmeas também foi ofertado repasto sanguíneo duas vezes por semana durante 15 minutos com utilização de *Hamster (Mesocricetus auratus)* devidamente anestesiado com 200 mg/kg de Ketamina e 10 mg/kg de Xilasina. Os ovos da geração F1 (mosquitos nascidos em laboratório) foram colocados para secar em papel absorvente por 72 horas, em seguida, foram imersos em recipientes contendo água de torneira e adicionada ração triturada para a eclosão das larvas. Este mesmo procedimento foi realizado nas demais gerações até a F4.

3.3.2 Observação do ciclo biológico e desenvolvimento de *Aedes aegypti*

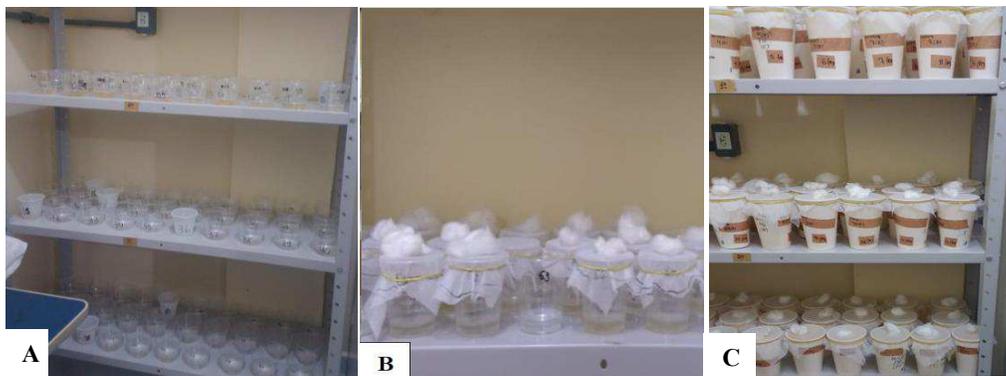
Dos ovos resultantes da geração F1, 100 foram colocados para eclodir individualmente em copos plásticos, contendo 30 mL de água de torneira, após 10 dias os ovos não eclodidos foram considerados inviáveis. Esses copos foram examinados três vezes ao dia (09h00, 14h00 e 19h00) para verificar a eclosão de larvas. O mesmo procedimento foi realizado nas demais gerações até a F4.

Na fase de larva, essas foram individualizadas em copos de plástico contendo 30 ml de água e alimentadas com ração triturada para gato. Posteriormente foram feitas observações diárias seguindo os mesmos horários mencionados anteriormente na fase de ovo, no intuito de observar a mudança de estádios (Figura 5A).

Na fase de pupa os copos foram cobertos com malha do tipo filó presa com um elástico, seguindo com a observação até a emergência do adulto (Figura 5B). Após emergência os mosquitos foram identificados quanto ao sexo e transferidos para copos maiores cobertos com tecido tipo filó, contendo em seu interior um copo menor com

capacidade para 50 ml, com algodão embebido em solução açucarada a 10% para sua alimentação (Figura 5C).

Figura 5. Copos com larvas, pupas e adultos de *Aedes aegypti* para observação individual em condições de laboratório (A) Copos com larvas e pupas; (B) copos com adultos



Fonte: SILVA. A.S. (2019)

Dois dias após a emergência dos adultos, os machos foram colocados junto as fêmeas para o acasalamento. Dois dias após a cópula foi fornecido o repasto sanguíneo durante 15 minutos com utilização de *Hamster (Mesocricetus auratus)*. As fêmeas ingurgitadas foram individualizadas em copos de oviposição contendo copos menores com papel filtro umidificado e com água seguindo-se a metodologia anteriormente citada.

Após o repasto os copos de oviposição foram verificados em cinco horários diferentes durante o dia (07h00, 10h00, 13h00, 16h00 e 19h00). Durante a vistoria, ao ser constatada a presença de ovos, os copos foram removidos e substituído por novos. Os copos retirados foram etiquetados com o código do indivíduo, datados e os ovos contados. Foram registrados o período de desenvolvimento das fases de ovo, larva, pupa, longevidade e fecundidade da fase adulta. Esse procedimento foi realizado considerando as gerações estudadas (F1 a F4), seguindo a metodologia utilizada por Silva *et al.*, (1999) e Saifur *et al.*, (2012) com modificações.

A quantificação dos números de ovos postos por fêmeas, do período médio de desenvolvimento das formas imaturas, e os parâmetros biológicos (longevidade, fertilidade) foram submetidas a análise descritiva, os dados obtidos foram tabulados e geradas as médias utilizando-se o *Software Microsoft Office Excel 2016*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Coleta de ovos

Foram coletados um total de 1.100 ovos no campo, destes 727 ovos pertencentes a espécie *Ae. aegypti*, destes 26,4 % (N = 192) foram coletados no bairro Seriema, 20,9 % (N = 152) no Morro do Alecrim, 20,6 % (N = 150) na Volta Redonda, 18 % (N=130) na Nova Caxias e 14,1% (N = 103) no Campo de Belém. A maior quantidade de ovos coletados no bairro Seriema, decorre das características observadas no bairro como a falta de estrutura adequada, saneamento básico precário com esgoto a céu aberto, além disso as residências apresentam grandes quintais com vegetação e recipientes de armazenamento de água tornando o ambiente favorável para a reprodução do mosquito, vale ressaltar, no entanto, que todos os bairros pesquisados foram positivos para presença de ovos de *Ae. aegypti* (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade de ovos de *Aedes Aegypti* coletados por bairro em Caxias, Maranhão.

BAIRROS	QUANTIDADE DE OVOS	%
Seriema	192	26,4
Morro do alecrim	152	20,9
Volta redonda	150	20,6
Nova Caxias	130	18,0
Campo de Belém	103	14,1
Total	727	100

Fonte: SILVA. A.S (2020)

4.2 Colonização e observação do ciclo biológico de *Aedes aegypti* em diferentes gerações

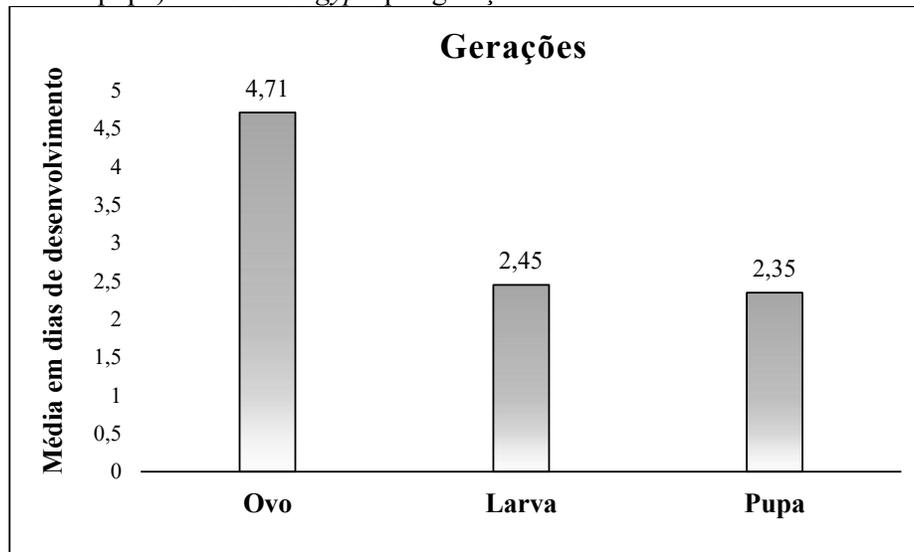
Dos ovos oriundos da geração F1 a F4, 100 foram utilizados para geração da colônia, destes apenas 50 eclodiram e deram origem as larvas, o que corresponde a 50% da viabilidade na fase de ovo. Dos 50 mosquitos emergidos 20 casais foram retirados para observação do ciclo individual, totalizando 40 espécimes.

Diferente do desenvolvimento da fase de ovo, as fases de larvas e pupas foram totalmente viáveis, totalizando 100% de sobrevivência, todas as pupas emergiram para forma adulta. Diante desses resultados, é de suma importância a intensificação e direcionamento sistematizado das ações voltadas para eliminação dos criadouros para controle dos imaturos, evitando assim, a emergência do adulto.

As observações individualizadas de cada fase do ciclo de desenvolvimento do *Ae. aegypti* por gerações, revelou que a fase de ovo apresentaram média de durabilidade

de 4,71 dias. As larvas duraram em média 2,45 dias e as pupas 2,25 dias. O ciclo de vida do *Ae. aegypti* durou em média 10,5 dias (Figura 6).

Figura 6. Médias da duração do desenvolvimento das formas imaturas (ovo, larva e pupa) de *Aedes aegypti* por gerações.



Fonte: SILVA. A.S (2020)

Resultados diferentes aos encontrados por Sousa (2019), em um estudo realizado nessa mesma área, com coleta de imaturos em diferentes recipientes e os dados revelaram que a média de durabilidade de ovos foi de 2 dias, larvas de 6,4 dias e as pupas, duraram em média 1,7 dias e o ciclo de vida do mosquito apresentou duração média de 8,4 dias.

Na presente pesquisa, de acordo com as observações do ciclo de desenvolvimento deste mosquito, a duração média foi de 10,5 dias, isso significa dizer que ficou dentro do período mínimo descrito na literatura, que varia de 8 a 12 dias em condições favoráveis (Forattini, 2002; Brasil, 2015). Percebe-se que no ambiente o mosquito tem conseguido se adaptar as condições de sobrevivência disponíveis de modo a ter seu desenvolvimento favorecido dentro do limiar atualmente delineado (SOUSA, 2019).

A espécie *Ae. aegypti* passa por quatro etapas até chegar a forma de mosquito: ovo, larva, pupa e forma adulta. Este ciclo varia de acordo com a temperatura, disponibilidade de alimentos e quantidade de larvas existentes no mesmo criadouro. Em condições ambientais favoráveis, as fases de ovo à forma adulta podem ocorrer de 7 a 10 dias. Por isso, a eliminação de criadouros deve ser realizada pelo menos uma vez por semana para que o ciclo de vida do mosquito seja interrompido (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002).

O desenvolvimento da fase de ovo nas diferentes gerações teve uma duração média de 2,97, 2,8, 2,57 e 4,35 dias, para F1, F2, F3 e F4 respectivamente. Diferente dos resultados obtidos por Castro Jr *et al.*, (2013) quando estudou os ciclos de vidas de *Ae. aegypti* da Região Semiárida da Paraíba comparando com as populações de Campina Grande, Pedra Lavrada, Santa Luzia, Livramento, Queimadas, Alcantil, Serra Branca, Barra de Santana, Monteiro, Cuité, que encontrou 4,59; 4,79; 3,87; 3,79; 4,33; 4,29; 4,34; 4,65; 4,07; 4,02 respectivamente, valores superiores ao encontrado nesta pesquisa, isso se deve talvez pelo clima da região de estudo Caxias, Maranhão, pois o clima da região é favorável ao desenvolvimento do mosquito.

Estudos relacionados ao padrão de oviposição de fêmeas de *Ae. aegypti* são relevantes para a compreensão de aspectos biológicos e ecológicos desse vetor, pois proporcionam dados que podem subsidiar os métodos atuais de monitoramento e controle da espécie (GOMES *et al.*, 2006).

Para a fase larval, observou-se desenvolvimento de 5,5 dias, média aproximada a que foi encontrada por Bezerra e Castro Jr (2008) que observaram 6,8; 6,8 e 6,3 dias para o estágio larval para as cidades de Brejo dos Santos, Boqueirão e Remígio, respectivamente, em seus estudos sobre a biologia comparada de *Ae. aegypti* na Paraíba, menor que o observado por Castro Jr *et al.*, (2013), que foi em média de 9,1 a 10,8 dias.

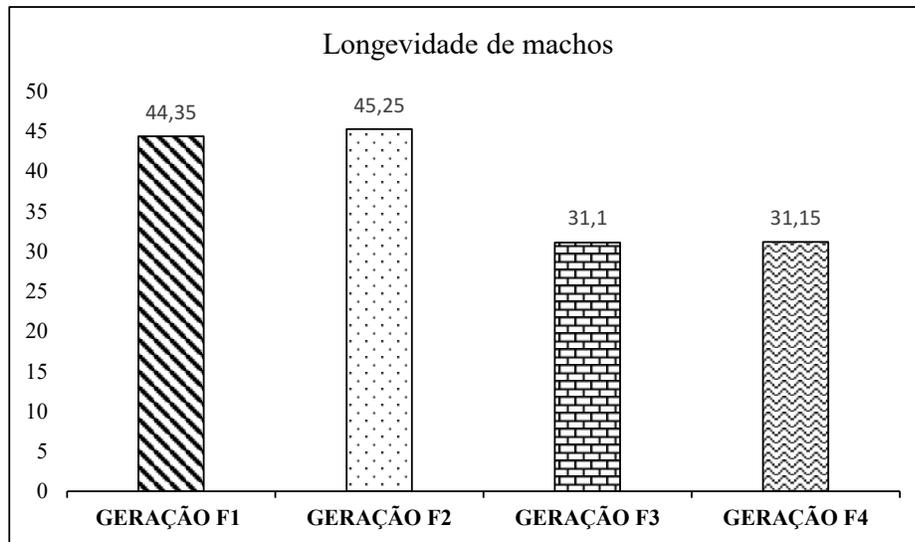
Para a fase de pupa as médias encontradas foi de 2,1; 2,1; 2,0; 2,5 para as gerações F1, F2, F3 e F4 respectivamente, resultados que podem constituir-se um indicativo de que, o mosquito encontra-se adaptado às mudanças no ambiente, dado importante para subsidiar os órgãos de saúde pública do município para a intensificação de medidas de controle contra os imaturos nos trabalhos de campo. Assim, a média de dias do período de desenvolvimento pupal encontradas nesse estudo, estão dentro das variações descritas por Beserra *et al.*, (2006) 2,1 a 2,7 dias e Bezerra e Castro Jr (2008) 2,0 a 2,5 dias.

As temperaturas médias da água em que ocorreram o desenvolvimento de ovo até emergência de alados das populações de *Ae. aegypti* foram 25,1°C; 25,2°C; 25,3°C e 24,6°C para as populações das gerações F1, F2, F3 e F4 respectivamente, resultado esse, que ficou dentro da média controlada da temperatura ambiente que ficou em torno de 27°C \pm 2°C, Dessa forma, estudos realizados em outras regiões ressaltam que a temperatura tem influência direta sobre o desenvolvimento do mosquito (BESERRA *et al.*, 2009).

Quanto a longevidade de adultos, obteve-se uma média de 45,9 dias. Verificou-se também a ocorrência de mosquitos com longevidade variando de 45, 59, 80 e até 90

dias. A longevidade dos mosquitos fêmeas em todas as gerações foi maior que os machos (Figuras 7 e 8), corroborando com o estudo de Castro Jr *et al.*, (2013), o que também foi relatado para essa espécie por (BESERRA *et al.*, 2009).

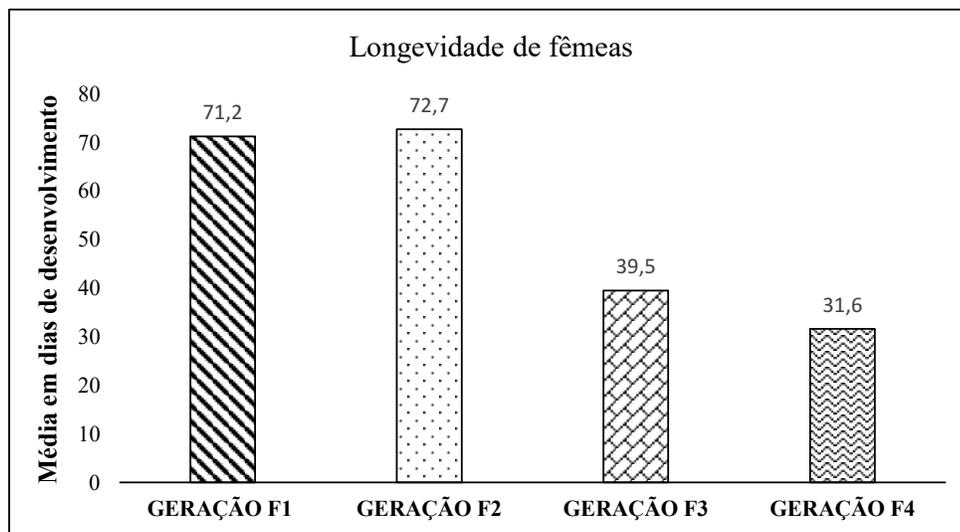
Figura 7. Longevidade em dias de machos de *Aedes aegypti* adultos, nas diferentes gerações.



Fonte: SILVA. A.S (2020)

Ao analisarmos a longevidade de fêmeas, observa-se que na segunda houve um aumento ficando uma média de 72,7, a partir da terceira geração houve uma queda, de 33,2 %, isso deve ter acontecido pelo fato de talvez, ter ocorrido endogamia nas gerações (Figura 8).

Figura 8. Longevidade em dias de fêmeas de *Aedes aegypti* adultos, nas diferentes gerações.



Fonte: SILVA. A.S. (2020)

Ao compararmos a longevidade de machos e fêmeas, percebe-se que as fêmeas

foram mais longevas com média de sobrevivência de 53,8 dias e os machos obtiveram média de 37,9 dias. Esse dado revela a elevada capacidade vetorial desenvolvida por *Ae. Aegypti*, característica fundamental para a compreensão do seu papel como vetor de arboviroses em Caxias.

A média de dias vividos encontrada nesse estudo, foi semelhante à encontrada por Gomes *et al.*, (2006) em seu estudo, realizado em Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, que em condições de tempo de vida favoráveis foi superior a 60 dias. As fêmeas foram mais longevas que os machos, corroborando com o estudo realizado por Castro Jr *et al.* (2013) em seu estudo realizado no semiárido paraibano em Campina grande, Paraíba.

Segundo Black *et al.*, (2002); Gonçalves *et al.*, (2014) a longevidade constitui um dos parâmetros biológicos mais importante, visto que com uma maior durabilidade de vida, principalmente das fêmeas, maior a chance do mosquito se infectar e infectar novos hospedeiros.

Todas as fêmeas tiveram preferência de fotofase de 7h00, demonstrando padrão já descrito por outros autores. A menor fecundidade foi observada nas gerações F3 e F4 com média de 9,7 ovos/fêmeas, isso deve ter acontecido pelo fato de talvez, ter ocorrido endogamia nas gerações, enquanto que a maior foi de 87,4 na segunda geração (tabela 2).

Tabela 2. Médias de oviposição por fêmea de *Aedes aegypti* em condições controladas.

Espécimes	1º Geração	2º Geração	3º Geração	4º Geração
1	59,8	57,9	72,9	56,8
2	65,7	49,7	32,4	63,2
3	55,4	62,3	20,8	12,2
4	58	40	28,2	8,5
5	47,4	87,4	37,1	24
6	58,4	50,8	40,8	14,7
7	25,8	31,3	26,7	16,2
8	37,5	23,3	27,2	12
9	42,5	18,7	39,1	9,7
10	17	9,4	15	13,7
11	31,2	24,5	33,4	11,5
12	22,5	16,8	38,2	25,5
13	27	43	13,4	10,3
14	28,4	34	35,1	19,6
15	21,9	18,6	33	17,8
16	25,9	30,8	31,8	21,6
17	29,8	52,9	22,4	13,9
18	19	33,7	40	10,6
19	16,3	27	9,7	30,6
20	40,1	49	27,9	46,8

Segundo Forattini (2002) e Wong *et al.*, (2011) onde a oviposição de *Ae. aegypti* geralmente ocorre de forma bimodal, no período da fotofase, com picos no turno matutino das 6h00 às 8h00 e outro no turno vespertino das 16h00 às 18h00.

No presente estudo todas as fêmeas ovipuseram, sendo o terceiro dia após o repasto sanguíneo o dia de maior número de oviposição e também de ovos, corroborando com o estudo de (Sousa, 2019; Gomes *et al.*, 2006). Ainda segundo esses autores a oviposição vai diminuindo gradativamente até o 10º dia após a hematofagia, corroborando com o presente estudo onde foi observado oviposição semelhante durante o mesmo período.

Estudo sobre o desenvolvimento de *Ae. aegypti* realizado também no município de Caxias, Maranhão, verificou que o terceiro dia após o repasto sanguíneo foi o de maior número de oviposição e que todas as fêmeas ovipuseram (SOUSA, 2019).

Os dados obtidos com esta pesquisa, contribuirão para atualização de informações sobre o comportamento de reprodução e desenvolvimento do vetor em condições de laboratório. Portanto, estudo que objetiva conhecer os parâmetros biológicos do *Ae. aegypti* é de suma importância pois irá subsidiar os órgãos de saúde na adoção e intensificação das medidas de controle desse vetor.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se:

- As gerações quando comparadas apresentaram pequenas diferenças, isso pode ter acontecido pelo fato de talvez ter ocorrido o processo de endogamia nas gerações;
- O desenvolvimento médio do ciclo de vida do *Ae. aegypti* foi de 10,5, correspondendo ao tempo mínimo de desenvolvimento descrito pela literatura;
- A duração da fase de ovo foi de 4,1 dias, a larval 5,5 dias, e o pupal foi de 2,35 dias.
- As fêmeas mostraram-se mais longevas que os machos em todas as gerações;
- Em todas as gerações as fêmeas tiveram preferência pela fotofase de 7h00 para oviposição;
- A menor fecundidade foi observada na terceira e quarta gerações com média de 9,7 ovos/fêmeas, enquanto que a maior foi de 87,4 na segunda geração.

REFERÊNCIAS

ACHEE, N.L.; GRIECO, J.P.; VATANDOOST, H.; SEIXAS, G.; PINTO, J.; CHING-Ng, L.; DAVID, J.P. 2019. Alternative strategies for mosquito-borne arbovirus control. *PLoS neglected tropical diseases* 13: e0006822.

AGUIAR, J. S. **Frequência sazonal de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) e detecção de leishmania em área urbana endêmica no Município de Caxias, Maranhão, Brasil.** 2019. 75F. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde – Universidade Estadual do Maranhão – Campus Caxias. 2019.

ARAGÃO, C. F. et al., 2018. **Circulation of Chikungunya virus in *Aedes aegypti* in Maranhão, Northeast Brazil.** *Acta Tropical* 186, 1–4.

BALDACCHINO, F.; CAPUTO, B.; CHANDRE, F.; DRAGO, A.; DELLA TORRE, A.; MONTARSI, F.; RIZZOLI, A. 2015. Control methods against invasive *Aedes* mosquitoes in Europe: a review. *Pest management science* 71: 1471-1485.

BENELLI, G.; JEFFRIES, C.L.; WALKER, T. 2016. Biological Control of Mosquito Vectors: Past, Present, and Future. *Insects* 7: 1-18.

BRASIL, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE-SVS / Ministério da Saúde–MS. 2020. Boletim Epidemiológico-Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes* (Dengue, Chikungunya e Zika) até a Semana Epidemiológica 36 de 2020. Volume 51. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/marco/25/2019-013-Monitoramento-dos-casos-de-arboviroses-publicacao-Set-2020.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

BRASIL/ MS. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico.** Brasília – DF, 2019.

BRASIL/DIVE. Diretoria de vigilância epidemiológica. **Orientações técnicas para pessoal de campo.** Adaptado do Manual de Normas Técnicas do Ministério da Saúde. Santa Catarina: Ministério da Saúde, 2007.

BRASIL. **Dengue – Orientações técnicas para pessoal de campo.** Santa Catarina: Secretaria de Estado da Saúde, 2015.

BRASIL. Ministério da saúde. **O agente comunitário de saúde no controle da dengue.** Brasília, DF: Ministério da saúde, 2009.

BESERRA, E. B.; CASTRO Jr., F. P.; SANTOS, J. W. dos; SANTOS, T. da S.; FERNANDES, C. R. M. **Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba.** *Neotropical Entomology*, v.35 n.6, p.853-860, 2006.

BESERRA, E. B.; CASTRO Jr., F. P. 2008. **Biologia comparada de populações de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) da Paraíba.** *Neotropical Entomology*, v.37, n.1, p.81-85, 2008.

- BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; RIBEIRO, P. S. **Relação entre densidade larval e ciclo de vida, tamanho e fecundidade de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) em laboratório.** *Neotropical Entomology*, v.38, n.6, p.847-852, 2009.
- BLACK, W. C. T. et al. **Flavivirus susceptibility in *Aedes aegypti*.** *Archives of medical research, Mexico*, v. 33, n. 4, p. 379-388, 2002.
- BRAGA, I.A.; VALLE, D. 2007. *Aedes Aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 16: 279-93.
- BOYER, S.; ZHANG, H.; LEMPÉRIÈRE, G. 2012. A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bulletin of entomological research* 102: 213-229.
- CALVO, E.P.; CORONEL-RUIZ, C.; VELAZCO, S.; VELANDIA-ROMERO, M.; CASTELLANOS, J.E. 2016. Diagnóstico diferencial de dengue y chikungunya en pacientes pediátricos. *Biomédica* 36: 35-43.
- CAREY, J. R. **Insect biodemography.** *Ann. Rev. Entomol.* 46, 79-110. 2001.
- CARVALHO, F.D.; MOREIRA, L.A. Why is *Aedes aegypti* Linnaeus so successful as a species?. *Neotropical Entomology* 46: 243-55. 2017.
- CASTRO J.R, F.P; Martins; W.F.S.; FILHO, M.L.L.; ALMEIDA, R.P. BESERRA. E.B. **Ciclos de vida comparados de *Aedes aegypti* (Diptera, culicidae) do semiárido da Paraíba.** *Iheringia, série Zoologia, Porto Alegre*, V.103, n.2, p. 118-123. 2013.
- CHAVES, M.R. **Dengue, Chikungunya e Zika.: a nova realidade brasileira.** *Revista eletrônica*: <http://www.newlab.com.br/newslab/revistadigital/133>, 22/fev. 2015.
- CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. de **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: Fiocruz. 1994.
- CLEMENTS, A. **The biology of mosquitoes: development, nutrition and reproduction.** Florida: Chapman Hall, 1992.
- CLEMENTS, A. N.; BOOCOK, M. R. **Ovarian development in mosquitoes: stages of growth and arrest, and follicular resorption.** *Physiological Entomology*, v. 9, p. 1-8. 1984.
- DONALISIO, M.R.; FREITAS, A.R.R.; VON ZUBEN, A.P.B. 2017. **Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública.** *Revista de Saúde Pública* 51: 1-6.
- ELLIS, A.M.; GARCIA, A.J.; FOCKS, D.A.; MORRISON, A.C.; SCOTT, T.W. **Parametrização e análise de sensibilidade de um modelo complexo de simulação da dinâmica populacional de mosquitos, transmissão da dengue e seu controle.** *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v.85, n.2, p.257-264, 2011.

EDGERLY, J. S.; WILLEY, M.; LIVDAHL, T. **The community ecology of *Aedes* egg hatching: implications for a mosquito invasion.** *Ecological Entomology*, v. 18, p. 123-128. 1993.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia médica: identificação, biologia e epidemiologia.** São Paulo: EDUSP, 2002. Vol. II.

FORATTINI, O. O. **Culicidologia Médica.** Vol. I. São paul: Editora Universidade de São Paulo. 1996. 548 p.

FOSTER W. A. WALKER E. D. **Mosquitos (Culicidae)** In: Mullen G, Durden L, editores. *Medical and Veterinary Entomology.* Academic; California, USA: 2002.

FUNASA. **Dengue instruções para pessoal do combate ao vetor: Manual de manuais técnicos.** 3. Ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2001. P 84.

GERIS R., RIBEIRO P.R., BRANDÃO M.S., SILVA H. H. G., SILVA I.G. **Bioactivenatural products as potential candidates to control *Aedes aegypti*, the vector dengue.** In: Attar-ur-Rahman, FRS. *Studies in natural products chemistry.* Elsevier. Amsterdã, 2012.

GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (GEPLAN), Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. *Atlas do Maranhão.* São Luís, 2002. 1 Atlas.

GOMES, A. S.; SCIAVICO, C. J. Sá.; EIRAS, A. E. **Periodicidade de oviposição de fêmeas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) em laboratório e campo.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 39, n.4, pp. 327-332, 2006.

GOMES, A. C. et al. **Especificidade da armadilha *Adultrap* para capturar fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae).** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Minas Gerias* v. 40, n. 2, p. 216-219, mar./abr. 2007.

GONÇALVES, C. M. *et al.* **Distinct variation in vector competence among nine field populations of *Aedes aegypti* from a Brazilian dengue-endemic risk city.** *Parasites & vectors*, v. 7, n. 1, p. 320, 2014.

HUGO, L.E.; JEFFERY, J. A.L.; TREWIN, B.J.; WOCKNER, L.F.; THI YEN, N.; LE, N. H.; NGHIA, L. T.; HINE, E.; RYAN, P. A.; KAY, B. H. **Adult Survivorship of the Dengue Mosquito *Aedes aegypti* varia sazonalmente na região central do Vietnã.** *PLoS Negl Trop Dis*, v.8, n.2, 2014.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Maranhão, Caxias, infográficos: dados gerais do município 2019.

KAMAL, M; Kenwy, M.A; Rady, M.H; Khaled, A.S; Samy; A.M. 2018. **Mapping the global distributions of two arboviral vectores *Aedes aegypti* and *Ae. Albopictus* under changing climate.** *PloS one* 13:0210122.

KONEKOOP, R.; LIVDAHL, T. **Cannibalism among *Aedes triseriatus* larvae.** Ecological Entomology, v. 11, p. 111-114. 1986.

LIMA-CAMARA, T.N. Arbovíroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 50. 2016.

LINCOLN, R. J.; BAXSHALL, G. A.; CLARK, P. F. **A dictionary of ecology, evolution and systematic.** Cambridge University Press, Cambridge, London and New York. 1982.

LIVDAHL, T.; EDGERLY, J. Hatching inhibition: **field evidence for population regulatios in a treehole mosquito.** Ecological Entomology, v. 12, p.395-399. 1987

LIVDAHL, T.; WILLEY, M. **Prosoects for an invasion: competitios between *Aedes albopictus* and native *A. triseriatus*.** Science, v. 253, p. 253, p. 198-191. 1991.

LIVDAHL, T.; KOENEKOOP, R.; FUTTERWEIT, S. **The complex response of *Aedes* eggs of larval density.** Ecological Entomology, v. 9, p. 437-442. 1984

LOCONSOLE, D.; METALLO, A.; De ROBERTIS, A.L.; MOREA, A.; QUARTO, M.; CHIRONNA, M. 2018. Seroprevalence of Dengue Virus, West Nile Virus, Chikungunya Virus, and Zika Virus in International Travelers Attending a Travel and Migration Center in 2015–2017, Southern Italy. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 18: 331-334.

PASSOS, R. A. *et al.* **Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil.** Rev. Saúde Pública vol.37 no.6 São Paulo Dec. 2003.

PATTERSON, J.; SAMMON, M.; GARG, M. 2016. Dengue, Zika and chikungunya: emerging arboviruses in the New World. *Western Journal of Emergency Medicine* 17: 671.

POWELL, J.R; Gloria-Soria, A; Kotsakiozi, P, 2018. **Recent history of *Aedes aegypti*. Vector genomics and epidemiology recordes.** BioScience 68:845-860.

PINHEIRO, V. C. S.; TADEI, W. P. **Evaluation of the residual effect of temephos on *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) larvae in artificial containers in Manaus, Amazonas State, Brazil.** *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.18, n.6, p.1529-1536, Nov./Dec. 2002.

REITER, P., AMADOR, M. A., ANDERSON, R. A., CLARK, G. G. Short report: **Dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs.** American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 52: 177-179. 1995

SAIFUR, R. G. M; DIENG, M; HASSAN, A. A; SALMAH, M. R. C.; eta al., Changing Domesticity of *Aedes aegypti* in Northern Peninsular Malaysia: **Reproductive Consequences and Potential Epidemiological Implications.** *Plos One*. February 17, 2012. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0030919>.

SAMPAIO, J. do C. **A Longevidade do *Aedes aegypti* durante a estação chuvas no Município de Fortaleza – CE.** 2010. [Dissertação].

SANTOS, M.E.M.; BATISTA, W.S.; OLIVEIRA, J.V.F.; JANSEN, I.C.C.; de SOUSA SANTOS, K.F.S.; SANTOS, E.C.R. 2017. Ações educativas para o combate ao mosquito *Aedes aegypti* em uma escola da região metropolitana de são luís. *Revista Caderno Pedagógico* 14:8-27.

SOUZA, K.R.; SANTOS, M.L.R.; GUIMARÃES, I.C.S.; RIBEIRO, G.D.S.; SILVA, L.K. 2018. Saberes e práticas sobre controle do *Aedes aegypti* por diferentes sujeitos sociais na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 34: e00078017.

SOUSA, S. S. S. **Investigação dos padrões reprodutivos do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* e implicações no controle da Dengue e Chikungunya no Nordeste, Brasil.** 2019. 70F. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde – Universidade Estadual do Maranhão – Campus Caxias. 2019.

SOARES-PINHEIRO, V. C.; DASSO-PINHEIRO, W.; TRINDADE-BEZERRA, J. M.; TADEI, W. P. **Eggs viability of *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera, Culicidae) under different environmental and storage conditions in Manaus, Amazonas, Brazil.** *Brazilian Journal of Biology*, v. 77, n. 02, 2016.

SANTA CATARINA – (SES). **Guia de orientação para treinamento de técnicas de laboratório de entomologia.** Florianópolis, SC. Manual Impresso. 2008.

SHEPARD, D.; HALASA, Y.; UNDURRAGA, E. 2014. Global cost of dengue in the professional healthcare system. Annual meeting of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene. New Orleans, Louisiana, USA.

SHEPARD, D.; HALASA, Y.; UNDURRAGA, E.; STANAWAY J. 2015. Global economic cost of dengue illness American Society of Tropical Medicine and Hygiene. Philadelphia, USA.

SILVA, H. H. G.; SILVA, I. G. **Influência do período de quiescência sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 349-355, 1999.

SHULSE, C. D.; SEMLITSCH, R. D.; TRAUTH, K. M. **Mosquitofish dominate amphibian and invertebrate community development in experimental wetlands.** *Journal of applied Ecology*, v.50, n.5, p.1244–56, 2013.

STAHL, H.C.; BUTENSCHOEN, V.M.; TRAN, H.T.; GOZZER, E.; SKEWES, R.; MAHENDRADHATA, Y.; FARLOW, A. Cost of dengue outbreaks: literature review and country case studies. *BMC public health* 13: 1048. 2013.

WONG, J. *et al.* Sampling considerations for designing *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) oviposition studies in Iquitos, Peru: substrate preference, diurnal periodicity, and gonotrophic cycle length. *Journal of medical entomology*, v. 48, n. 1, p. 45-52, 2011.

ZARA, A.L.D.S.A.; SANTOS, S.M.D.; FERNANDES-OLIVEIRA, E.S.; CARVALHO, R.G.; COELHO, G.E. 2016. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 25: 391-404.

YANG. H.M. *et al.* **Assessing the effects of temperature on the population of *Aedes aegypti*, the vector of dengue.** *Epidemiol. Infect.* 2009, 137 (8): 1188-202.