

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**CONDIÇÕES MICROCLIMÁTICAS E A
PROLIFERAÇÃO DE VETORES DA DENGUE E FEBRE
AMARELA EM UMA ESCOLA DE CUIABÁ-MT**

THOMAS EDUARDO SCHIFFINO DE OLIVEIRA

**PROF. DR. CARLO RALPH DE MUSIS
ORIENTADOR**

**PROF. DR. SÉRGIO ROBERTO DE PAULO
CO-ORIENTADOR**

Cuiabá, MT
Abril/2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**CONDIÇÕES MICROCLIMÁTICAS E A
PROLIFERAÇÃO DE VETORES DA DENGUE E FEBRE
AMARELA EM UMA ESCOLA DE CUIABÁ-MT**

THOMAS EDUARDO SCHIFFINO DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Física Ambiental.

**PROF. DR. CARLO RALPH DE MUSIS
ORIENTADOR**

**PROF. DR. SÉRGIO ROBERTO DE PAULO
CO-ORIENTADOR**

Cuiabá, MT
Abril/2013

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

O48c Oliveira, Thomas Eduardo Schiffino de.
Condições Microclimáticas e a Proliferação de Vetores da Dengue e Febre Amarela em uma Escola de Cuiabá-MT / Thomas Eduardo Schiffino de Oliveira. -- 2013
v, 48 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Carlo Ralph De Musis.
Co-orientador: Sérgio Roberto de Paulo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Aedes aegypti. 2. Ovitampa. 3. Biometeorologia. 4. Bioestatística. 5. Fatores abióticos. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO

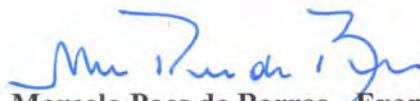
**TÍTULO: CONDIÇÕES MICROCLIMÁTICAS E A PROLIFERAÇÃO
DE VETORES DA DENGUE E FEBRE AMARELA EM
UMA ESCOLA DE CUIABÁ - MT**

AUTOR: THOMAS EDUARDO SCHIFFINO DE OLIVEIRA

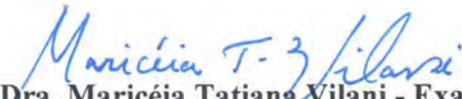
Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 01 de abril de 2013, pela comissão julgadora:



Prof. Dr. Carlo Ralph De Muis - Orientador
Universidade de Cuiabá - UNIC



Prof. Dr. Marcelo Paes de Barros - Examinador Interno
Instituto de Física - UFMT



Profa. Dra. Maricéia Tatiana Vilani - Examinadora Externa
Centro Universitário de Várzea Grande/UNIVAG

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às minhas irmãs: Gabriele, Tatiane e Samantha, que, perto ou longe, estão sempre comigo.

AGRADECIMENTOS

- ✚ Ao Prof. Dr. Carlo Ralph De Musis, por seu apoio na finalização do meu trabalho e por ter aceitado me orientar nessa empreitada;
- ✚ Ao Prof. Dr. Sérgio Roberto de Paulo por ter acreditado e aceitado o meu projeto de pesquisa;
- ✚ Ao Prof. Sérgio Wagner Gripp da Silveira, pelo apoio e por ter disponibilizado os dados meteorológicos necessários para a pesquisa;
- ✚ À Prof^a. Ms. Ana Lúcia Maria Ribeiro, pelo apoio no desenvolvimento e condução da pesquisa;
- ✚ Ao Prof. Dr. Maulori Curié Cabral, pelos esclarecimentos prestados;
- ✚ Aos colegas que fiz no Laboratório de Entomologia Médica, pelo auxílio durante a realização dos trabalhos;
- ✚ À Prof^a. Roberta Vieira, por sua ajuda e parceria no desenvolvimento desta dissertação;
- ✚ Ao diretor da escola estadual André Avelino Ribeiro, por ter permitido executar minha pesquisa na escola;
- ✚ À Secretaria Municipal de Saúde de Cuiabá, por ter disponibilizado dados úteis à pesquisa;
- ✚ Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), por compartilharem seu conhecimento;
- ✚ À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro;
- ✚ À todos aqueles que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

“Nossas intenções fazem de nós anjos e demônios; nos tornam deuses... E peões.”

Thomas Olliver

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. JUSTIFICATIVA.....	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	5
2.1. CLIMATOLOGIA.....	5
2.1.1. O Clima no Brasil.....	6
2.1.2. O Clima em Cuiabá-MT.....	7
2.2. FATORES MICROCLIMÁTICOS.....	9
2.2.1. Temperatura do Ar.....	9
2.2.2. Umidade Relativa do Ar.....	10
2.2.3. Precipitação.....	10
2.3. BIOECOLOGIA DAS ESPÉCIES <i>Aedes aegypti</i> E <i>Aedes albopictus</i>.....	11
2.4. BIOMETEOROLOGIA APLICADA À ENTOMOLOGIA E EPIDEMIOLOGIA.....	16
3. MATERIAL E MÉTODO.....	19
3.1. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA.....	19
3.2. MODELO DIFERENCIADO DE OVITRAMPA.....	20
3.3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	21

3.4. COLETA E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS.....	23
3.5. ÍNDICES DA ARMADILHA DE OVIPOSIÇÃO.....	25
3.5.1. Índice de Positividade da Ovitampa (IPO).....	26
3.5.2. Índice de Densidade de Ovos (IDO).....	27
3.5.3. Índice de Densidade Vetorial (IDV).....	27
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS	
RESULTADOS.....	29
4.1. CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA.....	29
4.2. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS BIÓTICOS E	
ABIÓTICOS.....	31
4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
5.1. PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE	
TRABALHO NO MONITORAMENTO DE VETORES.....	43
5.2. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS.....	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
6.1. REFERÊNCIAS CITADAS.....	44
6.2. REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	48
APÊNDICE – BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DAS	
COLETAS	
GLOSSÁRIO	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da cidade de Cuiabá em Mato Grosso e no Brasil.....	8
Figura 2 – Mosquito <i>Ae. aegypti</i> : vetor da dengue e da febre amarela urbana.....	12
Figura 3 – Mosquito <i>Ae. albopictus</i> , também conhecido como "Tigre Asiático".....	13
Figura 4 – Morfologia do macho de <i>Ae. aegypti</i>	14
Figura 5 – Estação Terrena de Cuiabá (ETC).....	19
Figura 6 – Distância entre a estação meteorológica e o local pesquisado.....	20
Figura 7 – Modelo diferenciado de ovitrampa, com tecido em algodão cru como substrato de oviposição.....	21
Figura 8 – Vista aérea da escola.....	22
Figura 9 – a) Pátio central da escola, b) Foco de mosquitos, com larvas e pupas, c) Potencial Criadouro, d) Idem, e) Idem b.....	22
Figura 10 – Localização dos pontos estratégicos.....	23
Figura 11 – Morfologia da fêmea de <i>Ae. aegypti</i>	25
Figura 12 – Valores médios mensais da temperatura e umidade relativa do ar.....	30
Figura 13 – Precipitação acumulada mensal, entre janeiro e agosto de 2012.....	30
Figura 14 – Mapa da escola com destaque para os pontos estratégicos onde foram detectados <i>Ae. albopictus</i>	33
Figura 15 – Locais onde foi detectada presença de <i>Ae. albopictus</i> : a) PE 08, b) PE 09.....	34
Figura 16 – Variação temporal da média de ovos por armadilha positiva (IDO) e examinada (IDV).....	35
Figura 17 – Variação temporal do nº de ovos e IPO, de acordo com as coletas realizadas.....	36
Figura 18 – Dendrograma com os grupos de pontos de coleta característicos da escola.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma de instalação e coleta das ovitrampas.....	24
Tabela 2 – Número de ovos coletados pelas ovitrampas nos nove pontos estratégicos (PE) da escola, de 30 de janeiro a 13 de agosto de 2012.....	31
Tabela 3 – Intervalos de confiança para mediana das variáveis N° de ovos, temperatura média (Temperatura), umidade relativa média (Umidade Relativa) e precipitação acumulada (Precipitação Acumulada), de acordo com as estações chuvosa e seca.....	38
Tabela 4 – Correlações entre o N° de ovos e as variáveis Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação Acumulada.....	39

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

<i>Ae.</i>	<i>Aedes</i>
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
pH	Potencial Hidrogeniônico
<i>Ae. spp.</i>	Toda e qualquer espécie e subespécie do gênero <i>Aedes</i>
Aw	Clima tropical com estação seca, também conhecido como clima de savana
ISB	International Society of Biometeorology (Sociedade Internacional de Biometeorologia)
IOC	Instituto Oswaldo Cruz
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ETC	Estação Terrena de Cuiabá
PET	Politereftalato de etileno
PE	Pontos Estratégicos
IPO	Índice de Positividade da Ovitrapa
IDO	Índice de Densidade de Ovos
IDV	Índice de Densidade Vetorial
T _{media}	Temperatura Média do ar
UR _{media}	Umidade Relativa Média
Prec. Acum.	Precipitação Acumulada
Sig.	Significância
α	Nível de significância estatística
ρ	Teste de Correlação de Spearman
SMS	Secretaria Municipal de Saúde

RESUMO

OLIVEIRA, T. E. S. **Condições Microclimáticas e a Proliferação de Vetores da Dengue e Febre Amarela em uma Escola de Cuiabá-MT.** Cuiabá, 2013, 56f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

O aumento expressivo da população de Cuiabá desencadeou um crescimento desordenado da cidade, acompanhado de uma infraestrutura e saneamento básico deficientes, estabelecendo assim condições favoráveis à proliferação dos vetores da Dengue (*Aedes aegypti*) e Febre Amarela (*Aedes albopictus*) na região, sendo esses dotados de grande poder de adaptação aos ambientes habitados pelo homem. Tendo isso em vista, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência de fatores microclimáticos na flutuação das populações de mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em uma escola da periferia de Cuiabá entre janeiro e agosto de 2012, fazendo uso do modelo diferenciado de armadilha de oviposição (ovitampa). A coleta dos dados bióticos (número de ovos) foi feita na escola André Avelino Ribeiro em intervalos de quinze dias e os dados abióticos: temperatura do ar, umidade relativa e precipitação pluvial, foram obtidos por meio da estação meteorológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os resultados indicaram que a precipitação foi o único fator microclimático a influenciar a proliferação do vetor da dengue na escola. Foram verificadas diferenças significativas para o número de ovos coletados na estação chuvosa em relação a estação seca. No entanto, observou-se valores expressivos para o número de ovos nesta estação, indicando que mesmo no período de seca a incidência da espécie pode ser elevada. Além disso, os altos índices de densidade de ovos e vetorial, assim como de positividade da ovitampa observados na escola revelaram que o local configura-se como um polo de proliferação e disseminação da espécie *Aedes aegypti*.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, bioestatística, ovitampa, biometeorologia, fatores abióticos.

ABSTRACT

OLIVEIRA, T. E. S. **Microclimatic conditions and the proliferation of vectors of Dengue and Yellow Fever in a School of Cuiabá-MT.** Cuiabá, 2013, 56f. Dissertation (Master's in Environmental Physics) – Institute of Physics, Federal University of Mato Grosso.

The expressive increase of the population of Cuiabá unleashed a disorderly growth of the city, accompanied by a deficient infrastructure and basic sanitation, thus establishing favorable conditions for the proliferation of vectors of dengue (*Aedes aegypti*) and yellow fever (*Aedes albopictus*) in the region, and these endowed great power of adaptation to environments inhabited by humans. Keeping this in view, the aim of this work was to analyze the influence of microclimatic factors in the fluctuations of the populations of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a school of the periphery of Cuiabá between January and August 2012, making use of the differentiated model of oviposition trap (ovitrap). The collection of the biotic data (number of eggs) was made in school André Avelino Ribeiro at intervals of fifteen days and the abiotic data: air temperature, relative humidity and rainfall been obtained by means of weather station of the National Institute for Space Research. The results indicated that precipitation was the only microclimatic factor at influencing the proliferation of the dengue vector in school. Significant differences were found for the number of eggs collected in the rainy season in relation to the dry season. However, it was observed expressive values for the number of eggs in this season, indicating that even in the dry period the incidence of the species may be high. Furthermore, the high indices of egg density and vector, as well as of positivity of the ovitrap observed in school have revealed that the place configures itself as a pole of proliferation and dissemination of specie *Aedes aegypti*.

Keywords: *Aedes aegypti*, biostatistics, ovitrap, biometeorology, abiotic factors.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

A dengue é caracterizada como uma doença típica de áreas tropicais e subtropicais, sendo causada por vírus e transmitida pelos mosquitos *Ae. aegypti*, no Brasil e em outros países do continente americano, e *Ae. albopictus*, na Ásia, geralmente de forma epidêmica.

Todavia, cada vez mais são noticiados casos de doenças oriundas do vetor da dengue e da febre amarela urbana – o *Ae. aegypti* – não só em países de clima tropical e subtropical como também em regiões onde não haveria condições favoráveis para a proliferação da espécie e, por conseguinte, das arboviroses.

Diante disso tem-se atualmente que cerca de dois quintos da população mundial estão sujeitos a contaminação pelo vírus da dengue. Estimativas apontam que pode haver, a cada ano, 50 milhões de casos de infecção em todo o mundo. Além disso, há países em que a incidência de focos (criadouros para reprodução) de mosquitos alcança patamares seis vezes maior que o aceitável, considerando a existência de condições mínimas de saneamento básico e infraestrutura.

Dentre os países de clima favorável à proliferação do vetor da dengue e outras arboviroses, o Brasil destaca-se, também, em função de sua extensão territorial com microclimatologia diversificada, saneamento básico deficiente e densidade populacional urbana alta e desorganizada. O que torna necessário estudar a adaptação desse vetor a cada um desses ambientes.

Nesse sentido, um dos primeiros estudos realizados no país a relacionar fatores ambientais com o comportamento dos mosquitos *Ae. aegypti* data de 1908 e já revelava uma estreita relação entre fatores bióticos, tais como densidade populacional e condições sanitárias, abióticos (temperatura do ar) e a proliferação dessa espécie na região Sudeste.

Na região Centro-Oeste o destaque é o estado de Mato Grosso, onde há riscos constantes, sempre que se inicia o período chuvoso, de surtos epidêmicos de doenças relacionadas ao vetor *Ae. aegypti*, principalmente a dengue, sendo que pesquisas de monitoramento dessa e de outras espécies do gênero só passaram a ser realizadas nas últimas décadas. De modo geral as maiores incidências de focos e consequentes

ocorrências de casos dessa doença situam-se nas regiões periféricas dos grandes centros e em municípios onde não há planejamento urbano.

Em todo estado de Mato Grosso no ano de 2011 foram mais de três mil notificações, sendo dezesseis registros da forma agravada da doença, além de três óbitos. Na capital – Cuiabá – o índice de infestação de mosquitos *Ae. aegypti*, em média, foi de 4,8%, enquanto o recomendado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) é 1%. Ou seja, Cuiabá enfrentou uma infestação 380% superior ao estabelecido pelos órgãos competentes. Além disso, os bairros da capital com os maiores índices de infestação por *Ae. aegypti* são justamente os localizados nas periferias, sendo o Morada da Serra e o Pedra 90 os de maior destaque.

Tal cenário deixa evidente a necessidade de realização de estudos científicos capazes de monitorar efetivamente a incidência de mosquitos, analisando o comportamento e possíveis correlações entre os fatores do meio ambiente e a espécie, de modo que possam contribuir para o desenvolvimento de métodos e técnicas de monitoramento e controle dessas populações que sejam realmente eficazes.

Entretanto, os estudos realizados na região e mesmo os trabalhos realizados em todo o país até então, tendem a apontar no sentido contrário à esse pensamento, uma vez que fazem uso de métodos e técnicas que desconsideram os aspectos locais do clima, da vegetação, da infraestrutura, da população entre outros fatores, sendo estes fundamentais para a compreensão das interdependências da espécie com o seu habitat.

1.2. JUSTIFICATIVA

Estudos das interações entre a atmosfera e a biosfera no que tange às influências de fatores bióticos (condições ambientais) e abióticos (variáveis climáticas) na flutuação das populações de mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em um determinado local são altamente relevantes, uma vez que a compreensão dessas influências pode contribuir não só para o controle dessas populações como, também, para o estabelecimento de um modelo preditivo de surtos eficiente, tanto do vetor como da doença.

No entanto, apesar de serem diversos os trabalhos que buscam associar esses fatores à proliferação dessas espécies de mosquitos, estes apresentam resultados baseando-se, muitas vezes, totalmente em dados de terceiros, desconsiderando as suas naturezas. E por sua vez, se equivocam ao não considerar o comportamento microclimático da área estudada, sendo este de extrema importância para a compreensão das suas influências sobre a proliferação de mosquitos *Ae. aegypti* e *albopictus*. Em tais estudos busca-se associar a proliferação da espécie, ou mesmo sua disseminação, com dados meteorológicos de estações localizadas em regiões com microclima diferente do local pesquisado.

Aliás, o monitoramento feito atualmente pelo Governo Federal baseia-se em pesquisa larvária – tipo de pesquisa que nos últimos anos vem se mostrando ineficaz, além de implicar em altos custos operacionais.

A relevância dessa questão reside no fato de as fêmeas de *Ae. aegypti* e *albopictus* não depositarem seus ovos em qualquer lugar. Para que as fêmeas façam a oviposição (postura dos ovos) em certo local, este deve atender à determinadas condições ambientais, indo além da simples presença de água parada. Ou seja, não é somente a presença de água parada que fará com que ele se torne um criadouro, mas, antes de tudo, o estabelecimento de uma cadeia de fatores físicos (temperatura, umidade, radiação solar, vento) e biológicos (presença de material orgânico para alimento, acidez da água), que tornam este local propício ao desenvolvimento dos ovos do mosquito.

Assim, diversos estudos apontam que os fatores climáticos locais têm efeito preponderante sobre a flutuação das populações de mosquitos *Ae. spp.*, de modo que sua desconsideração mascara o comportamento e a flutuação das espécies, induzindo a tomadas de decisão que não condizem com a realidade do local.

Por outro lado, os mosquitos do gênero *Aedes*, em especial as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, são dotados de grande poder adaptativo, sendo a primeira considerada altamente domiciliar e tendo preferência por locais de elevada concentração populacional. A segunda, por sua vez, possui hábitos oportunistas agindo tanto em áreas urbanas como rurais. Isto transforma, também, espaços públicos como escolas, creches, hospitais, praças e comércio, em pontos de circulação viral e vetorial.

Ainda, têm-se como condições ótimas de desenvolvimento para a maioria dos mosquitos tropicais valores de temperatura do ar entre 24°C e 28°C e umidade relativa entre 40% e 80%, de modo que isto torna Cuiabá, que possui temperatura média anual entre 28°C e 32°C, um local propício para a proliferação e disseminação das espécies *Aedes* em várias épocas do ano.

Desse modo o objetivo deste trabalho foi analisar a influência de fatores microclimáticos na flutuação das populações de mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em uma escola do bairro Morada da Serra, região periférica de Cuiabá – MT, no período entre janeiro e agosto de 2012, fazendo uso de um modelo diferenciado de armadilha de oviposição (ovitampa) e com metodologia que considera as variações microclimáticas do local onde a pesquisa foi realizada. Para o cumprimento de tal objetivo foi necessário: analisar as condições ambientais e microclimáticas do local pesquisado; analisar o comportamento e influência da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da precipitação acumulada na flutuação das populações de mosquitos *Ae. aegypti* e *albopictus*; realizar análise do índice de positividade (IPO), índice de densidade de ovos (IDO) e índice de densidade vetorial (IDV) das ovitampas instaladas; efetuar análise espacial e temporal da flutuação de mosquitos no local, comparando os resultados dos períodos chuvoso e seco; e realizar análise estatística dos dados bióticos e abióticos obtidos.

Estudos dessa natureza ainda não haviam sido realizados em Cuiabá, mesmo esta apresentando um microclima tão peculiar, caracterizado pela temperatura do ar e apresentando dois períodos anuais bem específicos: o chuvoso, de outubro a março, e o seco, de abril a setembro.

Portanto, a análise das influências dos fatores ambientais sobre a flutuação das populações de diversas espécies de mosquitos pode permitir, entre outras coisas, estabelecer planos de trabalho locais de monitoramento e controle dessas espécies, sendo imprescindível na compreensão das inter-relações existentes entre estas e o meio em que vivem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. CLIMATOLOGIA

Não há, na literatura especializada, um consenso quanto a melhor definição de clima. O que se tem até então são diferentes definições que levam em consideração as intenções de cada pesquisador e/ou estudioso da área.

De acordo com a definição de Poncelet (1959) *apud* Sá Júnior (2009, p. 11)¹ tem-se que o “clima é um conjunto habitual flutuante de elementos físicos, químicos e biológicos que caracterizam a atmosfera de um local e influem nos seres que nele se encontram.”

Já para Varejão-Silva (2006), o clima é compreendido como sendo um conjunto de fenômenos meteorológicos tais como a temperatura, a umidade, a precipitação entre outros fatores, e que caracterizam uma determinada região.

Em ambas definições apresentadas torna-se evidente que o desenvolvimento dos seres vivos, assim como suas ações, estão intimamente ligados às condições climáticas, sendo condicionados por elas. Sendo assim, é preciso cada vez mais empreender esforços para que melhor possamos compreendê-las, e desse modo empregá-las na resolução das mais variadas problemáticas.

Nesse sentido, é por meio do estudo e caracterização do clima que se pode compreender as influências deste na biosfera, nos três níveis da escala climática: o macroclimático, o mesoclimático e o microclimático.

Pereira *et al.* (2002) define esses níveis da seguinte maneira:

O macroclima trata dos fenômenos em escala regional ou geográfica, que caracteriza o clima de grandes áreas pelos fatores geográficos (latitude, altitude etc.)(...). O mesoclima refere-se aos fenômenos em escala local, em que a topografia condiciona o clima pelas condições do relevo local(...). O microclima é aquele que condiciona o clima em pequena escala, sendo função do tipo de cobertura do terreno, que determina o balanço de energia(...).

Mendonça & Danni-Oliveira (2007), por sua vez, definem o macroclima como sendo a maior das escalas climatológicas, compreendendo extensas áreas da superfície da Terra, e sendo que sua abrangência envolve os climas global e zonal,

1. PONCELET, L. **Sur Le comportement dès pluviomètres**. Bruxelles: Institut Royal Météorologique de Belgique, 1959 *apud* SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

até o clima regional. A extensão espacial dos climas desta escala é superior à ordem de milhões de km².

O mesoclima é a escala intermediária frente as demais escalas superiores e inferiores do clima, de modo que sua extensão geográfica varia consideravelmente, sendo mais definidas as subescalas clima local e topoclima, entre km² e dezenas de km².

O microclima é considerada a menor e a mais imprecisa escala climática, onde sua extensão pode ir de algumas dezenas de m² até centenas de m². Diversos são os fatores que definem essa escala, sendo que os principais referem-se ao movimento turbulento do ar na superfície, a determinados obstáculos à circulação do ar (estrutura urbanística), ao uso e a ocupação do solo etc.

Assim, no caso do microclima podemos dizer que este envolve uma área relativamente pequena cujas condições atmosféricas diferem das regiões exteriores, sendo geralmente formados quando há barreiras geomorfológicas e/ou elementos como corpos d'água, vegetação ou mesmo solos desnudos. Há ainda casos de microclimas urbanos, onde construções e emissões de poluentes atmosféricos dão origem ao aumento da temperatura, tal como a mudança da composição natural do ar, provocando diferenças de temperatura, composição da atmosfera, umidade e precipitação entre outros fatores do clima.

2.1.1. O Clima no Brasil

O Brasil é um país que devido a sua extensão territorial com proporções continentais, além de sua localização geográfica privilegiada, entre o Trópico de Câncer e o Equador, apresenta climatologia diversificada, com regimes de temperatura e precipitação variados.

De acordo com Ruas (2001), do norte ao sul brasileiro encontra-se uma grande variedade de climas com distintas características regionais. No Norte do país verifica-se um clima equatorial chuvoso, praticamente sem estação seca. O Nordeste caracteriza-se por um clima semiárido onde a estação chuvosa, com baixos índices pluviométricos, restringe-se a poucos meses. As regiões Sudeste e Centro-Oeste sofrem a influência tanto de sistemas de latitudes médias como dos tropicais, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa no verão. O Sul do Brasil,

por seu turno, sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias e as chuvas durante o ano são principalmente causadas pelos sistemas frontais.

Ainda segundo este autor, no que tange às temperaturas, observa-se nas regiões Norte e Nordeste um clima quente com temperaturas elevadas e com pouca variabilidade durante o ano. O Sudeste e o Centro-Oeste, devido as suas localizações latitudinais, caracterizam-se por serem regiões de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os mesotérmicos do tipo temperado das latitudes médias. O Sul do país é a região com maior variabilidade térmica anual embora a distribuição regional das temperaturas seja bastante uniforme. No inverno é frequente a penetração de massas de ar frio de altas latitudes, o que contribui para a predominância de baixas temperaturas.

2.1.2. O Clima em Cuiabá-MT

De maneira geral, a região Centro-Oeste caracteriza-se predominantemente pelo clima quente, sendo sua característica mais marcante a frequência quase que diária de temperaturas altas, sobretudo em Mato Grosso e Goiás, onde nos meses mais quentes, setembro e outubro, podem ocorrer máximas superiores a 40°C (OLIVEIRA, 2007).

O estado de Mato Grosso ocupa uma área de 881.001 km², situado entre os paralelos 7°20'39" e 18°10'00" de latitude sul e os meridianos de 50°13'48" e 61°31'00" a oeste de Greenwich, estando contido na Zona Intertropical do planeta, ficando relativamente próximo ao Equador, de modo que seu clima é classificado como quente semiúmido, com 4 a 5 meses secos (SANTOS, 2008).

Como aponta Duarte (2000) uma característica importante do clima da região é o ritmo sazonal de precipitação bem definido, com uma nítida estação seca, no período de inverno, além de temperaturas constantemente altas, com poucas variações ao longo do ano, sendo que a razão das pequenas diferenças entre as estações e as altas temperaturas durante boa parte do ano pode ser explicada justamente pela proximidade com o Equador.

De acordo com a mesma autora, geralmente pode-se identificar três períodos distintos em função da temperatura:

- a. Estação seca e mais fresca, no inverno;

- b. Estação seca e mais quente, um pouco antes das chuvas;
- c. Estação úmida e quente, durante as chuvas no verão.

A cidade de Cuiabá, por sua vez, apresenta um clima do tipo tropical continental com estações úmida e seca marcantes. O município localiza-se nas coordenadas 15°35' de latitude sul e 56°06' de longitude oeste, sendo considerado o Centro Geodésico da América do Sul (Figura 1).

As temperaturas máximas de setembro e outubro, considerados os meses mais quentes, oscilam em torno de 36°C, sendo que no inverno são frequentes as quedas de temperatura, embora estas não se mantenham por mais de dois dias.

A distribuição sazonal das chuvas é típica de regiões de clima tropical, com máximas no verão e mínimas no inverno, sendo que mais de 70% do total de precipitação acumulada ocorre de novembro a março. O inverno é caracterizado por períodos de seca, principalmente no mês de julho. Por outro lado, conforme a classificação de Köppen o clima de Cuiabá é do tipo Aw, denominado clima de savana e com inverno seco e chuvas máximas no verão.

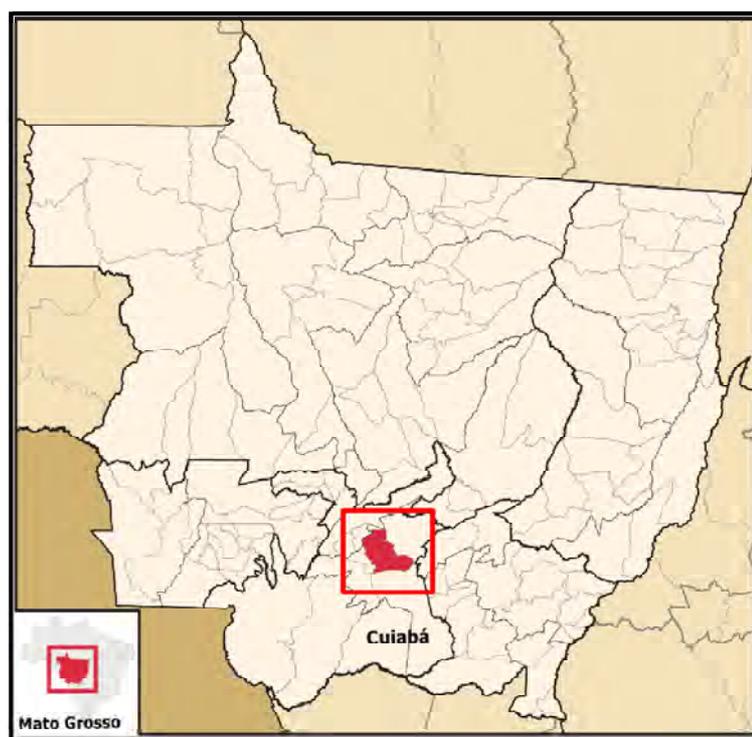


Figura 1 – Localização da cidade de Cuiabá em Mato Grosso e no Brasil.
Fonte: Wikipedia.

Conforme aponta Campelo *et al.* (1991), a cidade de Cuiabá possui características climáticas marcantes onde ocorrem curtos períodos com temperaturas

baixas, em alternância com temperaturas moderadas ou mesmo elevadas ao longo do inverno, assim como a ocorrência de períodos de elevadas temperaturas durante os meses de outubro e novembro. De acordo com o autor, há em média 54 dias anualmente com temperaturas médias superiores a 28°C, ao passo que somente 6 dias por ano apresentam temperatura média superior a 30°C. As temperaturas médias de 28°C ou mais ocorrem entre agosto e abril, enquanto os meses de setembro e outubro são os que têm temperatura média igual ou superior a 30°C.

O autor afirma ainda que apesar de boa parte da região não apresentar um mês sequer com temperatura média inferior a 20°C, em Cuiabá ocorrem em média 17 dias por ano com temperatura média inferior a 20°C e apenas 8 dias por ano com temperatura média inferior a 18°C, no período de maio a setembro, em média.

2.2. FATORES MICROCLIMÁTICOS

Os fatores microclimáticos são imprescindíveis na análise das interdependências entre a proliferação de vetores e o meio em que vivem. Desse modo são apresentados a seguir os principais fatores que exercem influência sobre as espécies de mosquitos estudadas.

2.2.1. Temperatura do Ar

A radiação solar que atinge a superfície terrestre está envolvida em diversos processos físicos, dentre os quais pode-se destacar os processos de convecção, relacionado ao aquecimento do ar, e condução, responsável pelo aquecimento do solo, da água etc.. Ambos processos têm a função de reger as variações de temperatura nesses meios.

Segundo Pereira *et al.* (2002) a temperatura do ar é um dos efeitos mais importantes da radiação solar. A variação temporal e espacial da temperatura do ar é condicionada pelo balanço de energia na superfície, de modo que as variações microclimáticas desta variável são determinadas principalmente pela cobertura do terreno.

De modo geral a temperatura é importante para os seres vivos, tanto para seu metabolismo quanto para suas diversas atividades. “Ela é um dos fatores ambientais que interferem diretamente no desenvolvimento das populações de insetos, pois é um

fator regulador da sua temperatura, já que estes não possuem um sistema de termorregulação” (RODRIGUES, 2004, p. 1). Sendo esta uma característica apresentada por animais chamados pecilotérmicos.

2.2.2. Umidade Relativa do Ar

A presença de água na atmosfera e suas mudanças de estado desempenham papel importantíssimo em vários processos físicos naturais, como transporte e distribuição de calor na atmosfera, evapotranspiração, entre outros. Apesar de ser um elemento variável no tempo e espaço, o vapor d'água, como um dos constituintes do ar atmosférico, possui extrema relevância, tanto no aspecto físico associado as suas características moleculares, como no aspecto fisiológico, decorrente da dependência pelos seres vivos (OMETTO, 1981).

A variação diária da umidade relativa apresenta maior amplitude no verão em comparação com o inverno, assim como ocorre com a temperatura do ar. Os maiores valores para esta variável são encontrados durante a madrugada, período em que a temperatura atinge valores mínimos. De forma análoga, os menores valores da umidade relativa são verificados no início da tarde, correspondendo às máximas diárias da temperatura do ar.

A variação da umidade relativa está diretamente ligada a variação da temperatura. Desta forma, tais fatores não podem ser avaliados separadamente, exceto se um dos fatores for considerado constante (RODRIGUES, 2004). O autor destaca ainda que a faixa ótima de umidade, no caso dos insetos, encontra-se entre 40% e 80%, proporcionando assim maior velocidade de desenvolvimento, maior fecundidade e longevidade.

2.2.3. Precipitação

Nos países em que predomina o clima tropical, e mesmo o subtropical, a chuva ou precipitação pluvial é a principal maneira como a água retorna da atmosfera para a superfície. Sua quantidade e distribuição são determinantes para o estabelecimento de tipos característicos de vegetação natural, o desenvolvimento de atividades agrícolas e, acima disso, para a proliferação e disseminação de vetores e arboviroses, respectivamente, em uma determinada região.

Conforme Varejão-Silva (2006, p. 345), “chuva é a precipitação de gotas de água com diâmetro superior a 0,5cm. Da mesma forma, as precipitações uniformes de gotas d’água com diâmetros inferiores a 0,5cm e muito próximas, são chamadas chuviscos ou garoas.”

A quantidade de precipitação é normalmente expressa em termos da espessura da camada d’água que se formaria sobre uma superfície horizontal, plana e impermeável, com 1m² de área. A unidade adotada é o milímetro, que corresponde à queda de um litro de água por metro quadrado da projeção da superfície terrestre. De fato,

$$1 \text{ litro}/m^2 = 1dcm^3/100dcm^2 = 0,1cm = 1mm$$

“A precipitação é ainda caracterizada por sua duração (diferença de tempo entre os instantes de início e término) e por sua intensidade, sendo definida como a quantidade de água caída por unidade de tempo e usualmente expressa em mm por hora (mm.h⁻¹)” (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 353).

2.3. BIOECOLOGIA DAS ESPÉCIES *Aedes Aegypti* E *Aedes Albopictus*

Há séculos os mosquitos das espécies *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) vêm se dispersando pelos continentes. No passado, através das grandes navegações, e atualmente com o advento da globalização, os mosquitos e potenciais vetores foram cada vez mais rapidamente disseminados, e nesse processo acabaram por gerar cenários de surtos epidêmicos e endêmicos, causando inúmeras mortes em todo mundo.

A origem da espécie *Ae. aegypti* (Figura 2) remonta ao velho continente africano, possivelmente na região da Etiópia, tendo sua dispersão ocorrido em função da expansão da navegação marítima, o que possibilitou, também, a introdução desses mosquitos no continente americano.



Figura 2 – Mosquito *Ae. aegypti*: vetor da dengue e da febre amarela urbana.

Fonte: Instituto Oswaldo Cruz (IOC)/Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

Os hábitos das populações, entre outras coisas, estão modificando as condições sanitárias, principalmente das grandes cidades, permitindo que países de clima favorável a proliferação e disseminação da espécie se tornem enormes criadouros a céu aberto.

A proliferação do *Ae. aegypti* possui maior intensidade em áreas de grande circulação urbana, especialmente, em áreas de ocupação humana desordenada, sendo esta uma espécie altamente domiciliar.

Já a espécie *Ae. albopictus* (Figura 3) é natural da Ásia e Oceania, ocupando tanto áreas urbanas como rurais e semissilvestres nestes continentes.

A primeira identificação dessa espécie no Brasil foi feita em 1986, nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, dispersando-se de forma progressiva por outros estados (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994).

Os mosquitos *Ae. albopictus* são encontrados em áreas silvestres e urbanas, representando uma ameaça quanto a reintrodução da febre amarela no ambiente urbano.



Figura 3 – Mosquito *Ae. albopictus*, também conhecido como "Tigre Asiático".

Fonte: Instituto Oswaldo Cruz (IOC)/Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

O ciclo biológico, tanto do *Ae. aegypti* como do *Ae. albopictus*, compreende as fases de ovo, larva, pupa e adulto (forma alada). A duração dos ciclos de vida dessas espécies a partir da oviposição até a fase adulta é de aproximadamente 10 dias, em condições favoráveis, principalmente, de temperatura e material orgânico para alimentação. Quanto ao *Ae. aegypti* este está entre as espécies de mosquito que passa mais rapidamente pela fase imatura (estádios de ovo, larva e pupa), o que é explicável por utilizarem, muitas vezes, recipientes pequenos.

Dessa forma, para combater a proliferação dessas espécies é preciso conhecer as suas características morfológicas, seus ciclos de desenvolvimento e vida, suas relevâncias epidemiológicas, seus hábitos alimentares e reprodutivos e a influência que estes sofrem do meio em que vivem.

Conforme descrição de Consoli & Oliveira (1994), o corpo dos mosquitos adultos é dividido em cabeça, tórax e abdômen. Na cabeça encontram-se os principais órgãos dos sentidos, como os olhos, as antenas e os palpos. No tórax estão os apêndices especializados na locomoção, ou seja, as patas e asas (Figura 4). O

abdômen inclui a maior parte dos órgãos internos, tais como os aparelhos reprodutor, digestivo e excretor.

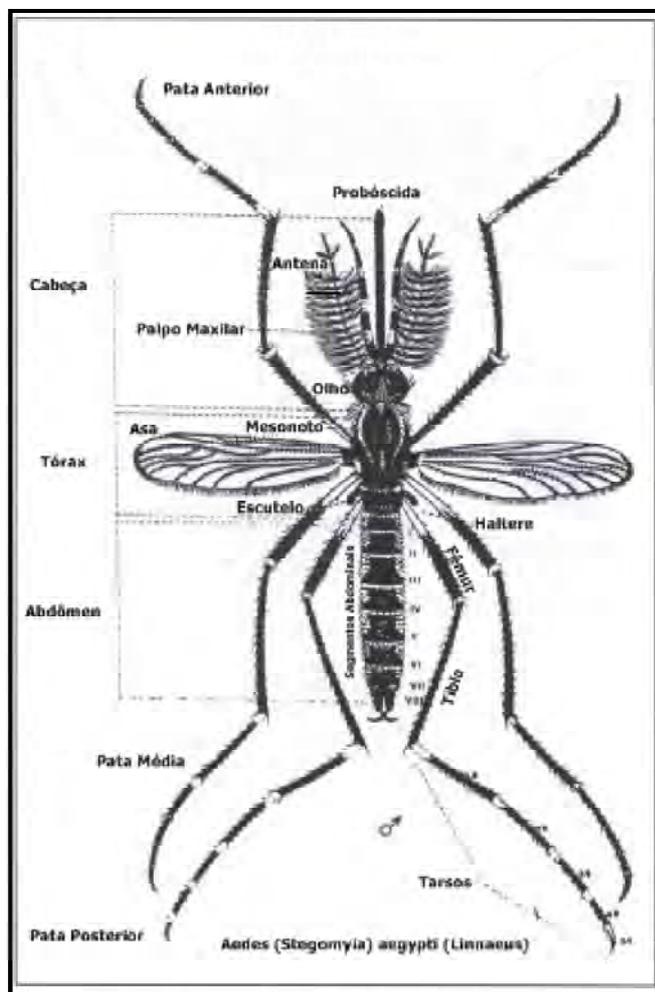


Figura 4 – Morfologia do macho de *Ae. aegypti*.

Fonte: Consoli & Oliveira (1994).

De acordo com Miyazaki *et al.* (2009a), o mosquito adulto, consequente do estágio de pupa, é representante da fase reprodutiva do inseto. O macho, tanto da espécie *Ae. aegypti* como *Ae. albopictus*, se distingue essencialmente da fêmea por possuir antenas mais plumosas e palpos maxilares mais longos (Figura 4). Todavia, enquanto o *Ae. albopictus* apresenta uma coloração tipicamente enegrecida, o *Ae. aegypti*, por sua vez, é um mosquito geralmente cinza-escuro, com aspecto vistoso e de escamas ornamentais que formam manchas prateadas. As subespécies e variedades do *Ae. aegypti* mudam consideravelmente no que concerne a sua coloração geral (variando do marrom-pálido ao cinza-escuro). Seu tórax possui

tegumento recoberto de escamas escuras além de outras branco-prateadas as quais se dispõem formando o desenho classicamente comparado a uma “lira”. As “cordas” desta são representadas por um par de linhas médias finas, onde os elementos branco-prateados são mais estreitos. O abdômen é escuro com manchas branco-prateadas formando anéis. As pernas são escuras, sendo os fêmures e tíbias revestidas de escamas brancas e os artículos tarsais com nítidas anelações brancas na extremidade basal.

Já o *Ae. albopictus*, conforme aponta Corrêa *et al.* (2007), é um mosquito de coloração preto piche, tendo patas com anéis prateados, no meio e ao longo do dorso, além de possuir uma linha longitudinal prateada em seu mesonoto característica da espécie. Este é um vetor de difícil controle pela diversidade de depósitos naturais e artificiais onde coloca seus ovos, assim como pela maior tolerância ao frio e capacidade de oviposição.

Quanto à oviposição a preferência da fêmea por locais sombreados e com coloração negra se deve ao instinto de proteção de seus ovos, uma vez que após serem ovipostos e em contato com o ar, os ovos passam de uma coloração branca para outra mais escura (negra). Portanto, a fêmea ovipõe, preferencialmente, em superfícies de cor escura, onde os ovos terão maiores chances de sobrevivência.

Ademais, a fêmea determina o local para oviposição, também, em função da umidade do ar, sendo esta detectada por seus órgãos sensoriais localizados na porção final do abdômen.

O desenvolvimento completo do embrião no interior dos ovos ocorre em aproximadamente dois ou três dias, sendo que essa variação depende da temperatura do ambiente. Entretanto, a temperatura e a umidade afetam não só o ciclo de desenvolvimento e a reprodução dos mosquitos, em especial as fêmeas, como, também, e principalmente, o comportamento destes quanto à alimentação, dispersão e oviposição. Uma vez completado o desenvolvimento embrionário, os ovos permanecem viáveis por aproximadamente um ano.

2.4. BIOMETEOROLOGIA APLICADA À ENTOMOLOGIA E EPIDEMIOLOGIA

Os fenômenos climáticos influenciam os processos biológicos em diversas escalas temporais. Sendo assim, pode-se considerar a biometeorologia um campo científico interdisciplinar responsável pelo estudo das interações entre a atmosfera e a biosfera, tendo como escala de tempo as estações do ano ou intervalos menores. Nesse sentido ela se contrasta com a Bioclimatologia.

Segundo a Sociedade Internacional de Biometeorologia (*International Society of Biometeorology* – ISB), a Biometeorologia é a ciência que estuda os efeitos diretos e indiretos de fatores físicos, químicos, físico-químicos, em micro e macroambientes da atmosfera da Terra, nos sistemas físico-químicos em geral e nos organismos vivos – plantas, animais e seres humanos.

De modo geral, os estudos envolvendo trocas de energia entre a superfície e a atmosfera são importantes por caracterizar o microclima local e por identificar as relações entre as mesmas. Além disso, permite conhecer as possíveis variações do tempo e do microclima da região, bem como identificar as prováveis alterações do ambiente local gerado pela ação antropogênica (CURADO, 2011).

Dessa forma em pesquisas onde a biometeorologia é aplicada à entomologia, ou seja, à análise dos potenciais vetoriais dos insetos, por exemplo, têm-se a compreensão das inter-relações entre os fatores bióticos e abióticos como questão imprescindível. No entanto, tal compreensão das dinâmicas envolvidas nessa inter-relação segue não sendo trivial.

Para Carvalho (1996) *apud* Rodrigues (2004)², os estudos destinados a esclarecer o papel que os fatores ambientais desempenham sobre a população de insetos são de grande interesse, pois a nocividade destes depende justamente de sua abundância. De modo que esta ação implica em como os fatores do meio podem condicionar a proliferação dos insetos, controlando suas populações para que não alcancem quantidades máximas que variam de acordo com seus potenciais bióticos.

No que tange, especificamente, ao estudo das inter-relações entre os fatores do clima e as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* têm-se que estas são, ainda, amplamente investigadas. Por exemplo, as condições ambientais como temperaturas

2. CARVALHO, J. P. **Introdução à Entomologia Agrícola**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996. 361 p. *apud* RODRIGUES, W. C. Fatores que Influenciam no Desenvolvimento dos Insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004.

e umidades altas favoreceram a proliferação dos mosquitos em questão no município de Uruguaiana – RS (SOUZA *et al.*, 2008). Concomitantemente, um estudo realizado em João Pessoa – PB, revelou que períodos com precipitações frequentes e temperaturas amenas contribuíram para a proliferação do vetor da dengue (DANTAS *et al.*, 2007). Em ambos estudos foram analisados dados dos centros de controle de vetores, ligados às secretarias de saúde de cada município, assim como dados meteorológicos de institutos de monitoramento climático.

Glasser & Gomes (2002), realizaram levantamento de informações de órgãos do governo sobre ocorrência de focos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e sobre o estabelecimento dessas espécies em municípios do estado de São Paulo, além de informações referentes à temperatura e índices pluviométricos de estações meteorológicas, de modo que verificou-se que quanto menor a temperatura, mais lento foi o processo de infestação por *Ae. aegypti*, onde esse fator agiu preponderantemente na expansão geográfica dessa espécie na região. No entanto, não se observou influência significativa dos índices pluviométricos na expansão dos mosquitos.

“Em geral em áreas com baixa umidade verifica-se uma redução significativa na oviposição das fêmeas de *Ae. aegypti*” (CANYON *et al.*, 1999, p. 963, tradução nossa). Entretanto, “populações de uma mesma espécie, estabelecidas em regiões geográficas distintas, em países de clima tropical e subtropical com grandes variações de temperatura e umidade, apresentam variações consideráveis em sua capacidade reprodutiva” (SOTA; MOGI, 1992a, b; MOGI *et al.*, 1996 *apud* ACIOLI, 2006, p. 19)³.

Ademais, a flutuação e distribuição dos principais mosquitos *Aedes* – o *aegypti* e o *albopictus* – nos países de clima tropical tendem a seguir a sazonalidade das chuvas.

3. SOTA, T.; MOGI, M. **Survival Time and Resistance to Dessiccation of Diapause and Non. Diapause Eggs of Temperate Aedes (Stegomyia) mosquitoes.** Entomologia Experimentalis et Applicata, Amsterdam, v. 63, p. 155-161, 1992a; SOTA, T.; MOGI, M. **Interspecific Variati in Desiccation Survival Time of Aedes (Stegomyia) Mosquito Eggs is Corre Lated With Habitat and Egg Size.** O ecologia, Berlin, v. 90, p. 353-358, 1992b; MOGI, M. et al. **Journal of Inter – and Intraspecific Variation in Resistance to Desiccation by Adult Aedes (Stegomyia) spp. (Diptera: Culicidae) from Indonésia.** Journal Medical Entomology, Honolulu, v. 33, p. 53-57, 1996 *apud* ACIOLI, R. V. **O uso de armadilhas de oviposição (ovitrapas) como ferramenta para monitoramento populacional do Aedes spp em bairros do Recife.** 2006. 130 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2006.

No campo epidemiológico, de acordo com Rouquayrol (2003), o clima é o aspecto do ambiente físico que tem, até agora, concentrado maior atenção para estudos. Estudam-se os fatores climáticos, para que, através deles, possam ser inferidas hipóteses de causalidade quanto a algum fator de risco cuja variação na natureza dependa da variação de algum fator climático.

Em consequência disso, cada vez mais estudos apontam que as condições microclimáticas favorecem a ação dos vetores.

Beserra & Castro Jr. (2008) observaram que populações de *Ae. aegypti* provenientes de quatro diferentes regiões bioclimáticas do estado da Paraíba apresentaram padrões diferenciados de crescimento, desenvolvimento e potencial biótico resultantes das adaptações às condições ambientais próprias de cada região.

De forma análoga, Wolfarth (2011) observou que fatores climáticos contribuíram para a proliferação dos casos de malária em diversas localidades da região Amazônica, de modo que ações contra doenças dessa natureza devem considerar as características intrínsecas de cada região estudada.

Rouquayrol (2003) destaca, também, que os fatores climáticos que mais proximamente influenciam as biocenoses, isto é, os seres vivos implicados nos processos de transmissão de abroviroses são a temperatura e a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

Os dados abióticos de temperatura, umidade e precipitação foram coletados entre janeiro e agosto de 2012, fazendo uso da estação meteorológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), modelo *Weather Link Vantage Pro 2*, localizada a 1,9km do local da pesquisa (Figuras 5 e 6). Os dados obtidos foram coletados em intervalos de cinco minutos, sendo feitas, posteriormente, as médias para a temperatura e umidade relativa e a soma (acumulado) para a chuva, referentes aos períodos analisados na pesquisa.



Figura 5 – Estação Terrena de Cuiabá (ETC).
Fonte: INPE.

Um aspecto que deve ser considerado nos estudos da influência da temperatura sobre a população de mosquitos é a análise individualizada das temperaturas máximas e mínimas, visto que essa análise pode induzir a interpretações equivocadas dos dados. Por esse motivo não foram feitas, neste trabalho, análises sobre as temperaturas máximas e mínimas individualmente, mas sim uma avaliação conjunta das temperaturas por meio da amplitude térmica.



Figura 6 – Distância entre a estação meteorológica e o local pesquisado.
Fonte: Google Earth™.

3.2. MODELO DIFERENCIADO DE OVITRAMPA

A ovitrampa é um tipo de armadilha que simula um potencial criadouro natural, sendo empregada na coleta dos ovos das fêmeas de mosquitos após estas os depositarem sobre a área de oviposição (palheta ou tecido). Tal armadilha foi desenvolvida por Fay & Eliason (1966), tendo sido aperfeiçoada ao longo dos anos.

Atualmente existem dois principais modelos de ovitrampa: o convencional, adotado na maioria dos estudos entomológicos, e o diferenciado, que apresenta maior área para oviposição.

A diferença básica entre as ovitrampas reside no fato de o modelo convencional utilizar como área de oviposição palhetas de madeira (eucatex) fixadas na face interna do recipiente que a constitui, enquanto o modelo diferenciado utiliza tecido em algodão cru ou mesmo filtros de papel.

A armadilha de oviposição proposta para este trabalho foi desenvolvida a partir de materiais recicláveis e de fácil obtenção, de modo que quando comparada com a pesquisa larvária ou mesmo com outros modelos de ovitrampa, fica evidente a sua eficiência e praticidade, além de uma ótima relação custo-benefício.

As ovitrampas utilizadas consistem de garrafas PET (*Politereftalato de etileno*), verdes, de 2l com 10cm de altura na qual era adicionada uma solução com

270ml de água não tratada, 30ml de infusão de gramíneas (*Cynodon dactylon* (L., 1805)), além de dois grãos de arroz triturados. Em cada recipiente foi aplicada uma camada de tinta da cor preto fosco na parte externa. Como área para oviposição usou-se tecido em algodão cru com as seguintes dimensões: 32,5cm de comprimento por 8,5cm de largura. O furo para fixação do fio de náilon foi feito 2cm abaixo da borda superior (Figura 7).



Figura 7 – Modelo diferenciado de ovitrampa, com tecido em algodão cru como substrato de oviposição.

3.3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O local onde a pesquisa foi desenvolvida compreende uma área de 11,2km² situando-se no bairro Morada da Serra (CPA I), região periférica da capital, Cuiabá, com coordenadas (15°33'22"S, 56°03'09"W). Em tal área funciona a escola estadual André Avelino Ribeiro (Figura 8), que atende a população não só da localidade como também de outros bairros e cidades, tendo 1.952 alunos matriculados em 2012.

A região em questão é caracterizada por espaços de grande urbanização e aglomeração populacional, aliados a espaços de matas fechadas, parques florestais e lagoas. Aliado a isso tem-se o fato de terem sido encontrados focos de mosquitos e potenciais criadouros no local (Figura 9). O que pode tornar este, um polo de disseminação dos vetores da dengue e febre amarela urbana e silvestre. Além disso,

ao longo de todo período de coleta foram encontrados resíduos sólidos, principalmente copos descartáveis, garrafas PET e latas de tinta destampadas jogados em diversos pontos da escola.



Figura 8 – Vista aérea da escola.
Fonte: Google Earth™.



Figura 9 – a) Pátio central da escola, b) Foco de mosquitos, com larvas e pupas, c) Potencial Criadouro, d) Idem, e) Idem b.

Por outro lado, na primeira quinzena de fevereiro, assim como na segunda quinzena do mês de maio foi realizada a limpeza do terreno da escola, de modo que foram retiradas grandes quantidades de resíduos sólidos (lixo) do local, principalmente, garrafas e copos descartáveis. Foi feito, também, o corte das áreas com mata densa, eliminando dessa forma diversos criadouros e potenciais criadouros existentes na escola naquele período.

Com relação aos locais de monitoramento, ao todo determinou-se nove pontos estratégicos (PE) onde as ovitrampas foram instaladas, de acordo com a Figura 10, tendo estes sido determinados em função de se mostrarem como criadouros em potencial das espécies estudadas.



Figura 10 – Localização dos pontos estratégicos.
Fonte: Google Earth™.

3.4. COLETA E TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

As coletas em campo foram realizadas em um período de 15 semanas epidemiológicas consecutivas entre janeiro e agosto de 2012, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Cronograma de instalação e coleta das ovitrampas.

Semana Epidemiológica	Data	
	Instalação	Coleta
1	30/01	04/02
2	13/02	18/02
3	27/02	03/03
4	12/03	17/03
5	26/03	31/03
6	09/04	14/04
7	23/04	28/04
8	07/05	12/05
9	21/05	26/05
10	04/06	09/06
11	18/06	23/06
12	02/07	07/07
13	16/07	21/07
14	30/07	04/08
15	13/08	18/08

Todas as amostras recolhidas foram devidamente acondicionadas e conduzidas ao Laboratório de Entomológica Médica da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Os procedimentos para instalação e coleta das armadilhas seguiram a metodologia proposta por Fay & Eliason (1966).

Após cada coleta e tratamento das amostras foi feita a contagem dos ovos em laboratório por meio do microscópio estereoscópico (lupa) com um aumento de 40x.

Quanto à identificação da espécie, sua confirmação foi feita por meio dos mosquitos adultos, utilizando-se a chave dicotômica de Consoli & Oliveira (1994), após eclosão espontânea dos ovos em laboratório. Para tanto, foram analisados três caracteres morfológicos das duas espécies de mosquitos: mesonoto (para a identificação da espécie) e antena e palpo maxilar (para identificação do sexo) (Figura 11).

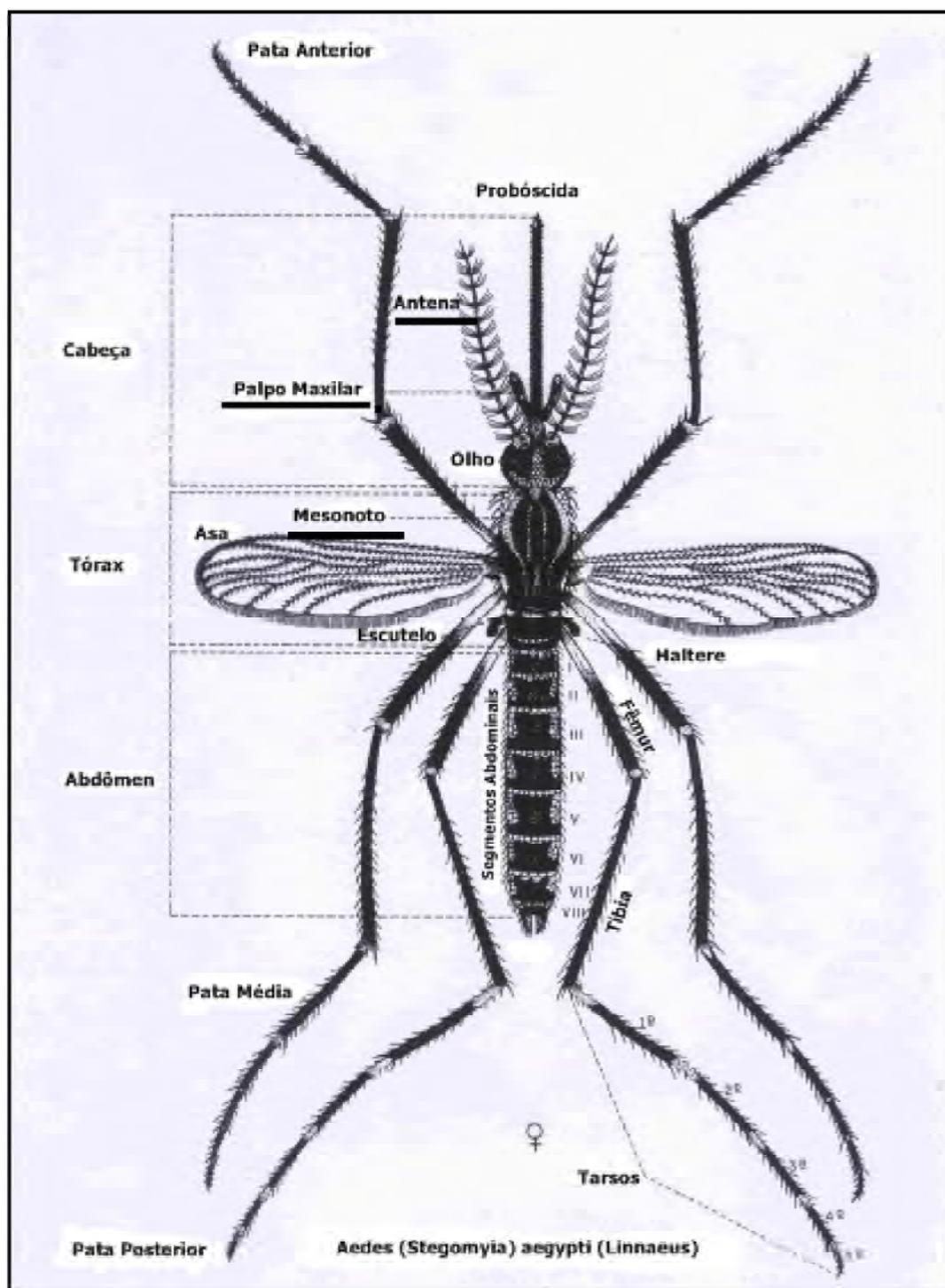


Figura 11 – Morfologia da fêmea de *Ae. aegypti*.
 Fonte: Consoli & Oliveira (1994).

3.5. ÍNDICES DA ARMADILHA DE OVIPOSIÇÃO

Uma vez realizada a contagem dos ovos após cada coleta, foram utilizados os índices relacionados à ovitrampa (IPO, IDO e IDV) para análise da distribuição

espacial e temporal dos vetores no local, bem como do nível de infestação, descritos pelas equações (1), (2) e (3).

Não há, na literatura especializada, uma tabela classificatória desses índices quanto aos valores que devem ser considerados como baixos ou altos. As suas análises são feitas, em sua maioria, em função da variação espacial e temporal sofrida, sendo este método adotado neste trabalho.

Todavia, por meio da análise conjunta dos três índices, é possível obter o perfil da infestação vetorial. Avendanha (2006) afirma que caso se verifique no mesmo período um IPO e IDV reduzidos e um IDO elevado, isto indica que apenas algumas partes do local estudado têm alto nível de infestação, ao passo que o inverso sugere que há uma alta infestação vetorial atingindo grande parte do local monitorado.

De acordo com Costa et al. (2007) os índices obtidos das ovitrampas podem apontar ainda as seguintes fases, no que tange ao monitoramento do *Aedes*: CONTROLE, quando a densidade do vetor não proporciona risco de transmissão de dengue em moldes epidêmicos, observado se $IPO \leq 40\%$, $IDO \leq 40$ ovos e $IDV \leq 20$ ovos; ALERTA, quando se observa o aumento das áreas infestadas, ou seja, IPO variando de 41 a 60%, IDO de 41 a 60 ovos e IDV de 21 a 40 ovos; e RISCO, quando a densidade vetorial elevada proporciona o aumento de casos de dengue em áreas com circulação viral, observado quando $IPO > 60\%$, $IDO > 60$ ovos e $IDV > 40$ ovos.

Devido ao aspecto e a sensibilidade da armadilha de oviposição para detecção de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, os índices IPO, IDO e IDV começam a ser cada vez mais utilizados no serviço de vigilância dos estados e municípios brasileiros (GOMES, 2002a).

3.5.1. Índice de Positividade da Ovitampa (IPO)

O IPO expressa o percentual de armadilhas positivas, além de permitir o cálculo do nível de infestação de mosquitos em um local. Por meio desse índice, segundo Gomes (1998), pode-se conhecer a distribuição espacial e temporal da infestação em uma localidade pesquisada, da seguinte maneira:

$$IPO = \frac{\text{armadilhas positivas}}{\text{armadilhas examinadas}} \times 100 \quad (1)$$

onde,

armadilhas positivas: são aquelas em que se verificou presença de ovos de mosquitos
armadilhas examinadas: é o total de armadilhas recolhidas em cada coleta.

3.5.2. Índice de Densidade de Ovos (IDO)

O IDO fornece a média de ovos por armadilha positiva, indicando os períodos de maior e menor reprodutividade das fêmeas do mosquito (GOMES, 1998). É possível, por meio deste índice, estimar o número de fêmeas que realizaram oviposição em cada ovitrampa, numa determinada localidade (GOMES, 2002b), sendo o seu cálculo efetuado conforme a equação a seguir:

$$IDO = \frac{n^{\circ} \text{ de ovos}}{\text{armadilhas positivas}} \quad (2)$$

onde,

n° de ovos: total de ovos encontrados em cada coleta.

3.5.3. Índice de Densidade Vetorial (IDV)

O IDV traduz a densidade de ovos por armadilha examinada, permitindo conhecer a flutuação vetorial na área estudada, da mesma forma que possibilita estimar a concentração de mosquitos em atividade (AVENDANHA, 2006). O cálculo deste índice é feito de acordo com a seguinte equação:

$$IDV = \frac{n^{\circ} \text{ de ovos}}{\text{armadilhas examinadas}} \quad (3)$$

3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As ferramentas estatísticas utilizadas são de natureza não-paramétrica, sendo que todo processo de modelagem foi desenvolvido com o suporte do software IBM SPSS Statistics, versão 20.0.

Inicialmente foram realizadas análises exploratórias por meio de estatísticas descritivas, onde usou-se gráficos de médias e intervalos de confiança por bootstrap com a intenção de caracterizar o comportamento das variáveis microclimáticas coletadas junto a estação meteorológica do INPE/Cuiabá e das variáveis entomológicas coletadas na área experimental.

As comparações da oviposição mediana entre as estações chuvosa e seca foram feitas através do teste U de Mann-Whitney. O teste de correlação de Spearman (ρ), por sua vez, foi aplicado para verificar possíveis associações entre os fatores bióticos (número de ovos coletados) e abióticos (variáveis microclimáticas) obtidos. Todos os testes foram realizados com um nível de significância (α) igual a 0,05.

Em seguida foi executado um procedimento de análise de agrupamentos, utilizando a distância euclidiana quadrática e o método de Ward, de modo que se pudesse definir os grupos de pontos de coleta, conforme a recorrência do número de ovos observado.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para fins elucidativos a apresentação e discussão dos resultados foi feita em três partes, sendo que na primeira foi realizada a caracterização microclimática da região e na segunda as análises descritivas dos comportamentos dos dados bióticos e abióticos obtidos. Na terceira parte, por sua vez, foram realizadas inferências estatísticas com o intuito de identificar possíveis associações entre os dados, comparando os períodos chuvoso e seco.

4.1. CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA

Durante o período de estudo as variáveis microclimáticas analisadas apresentaram variações mensais características das estações chuvosa e seca na cidade de Cuiabá.

A temperatura apresentou pequenas variações ao longo dos oito meses, com média de 26°C. Os maiores valores verificados para a temperatura média foram os referentes aos meses de abril e agosto. Já as menores temperaturas médias foram observadas entre junho e julho, correspondendo ao período de inverno na região. De modo geral, nos meses que antecedem abril e agosto observou-se uma diminuição da temperatura média, sendo que no mês de agosto essa variação se deu de forma mais abrupta, como pode ser verificado na Figura 12. Com relação as médias da umidade relativa, pode-se notar que nos primeiros meses do ano, período que corresponde a estação chuvosa, não houve variação, tendo esta apresentado mudanças somente a partir de abril. Deste mês adiante a umidade relativa do ar começou a diminuir, com pequenas variações entre abril e junho. No entanto, foi entre os meses de julho e agosto que se verificou as variações mais bruscas, tendo o segundo mês apresentado a menor média da umidade relativa do ar em relação ao período da pesquisa (Figura 12).

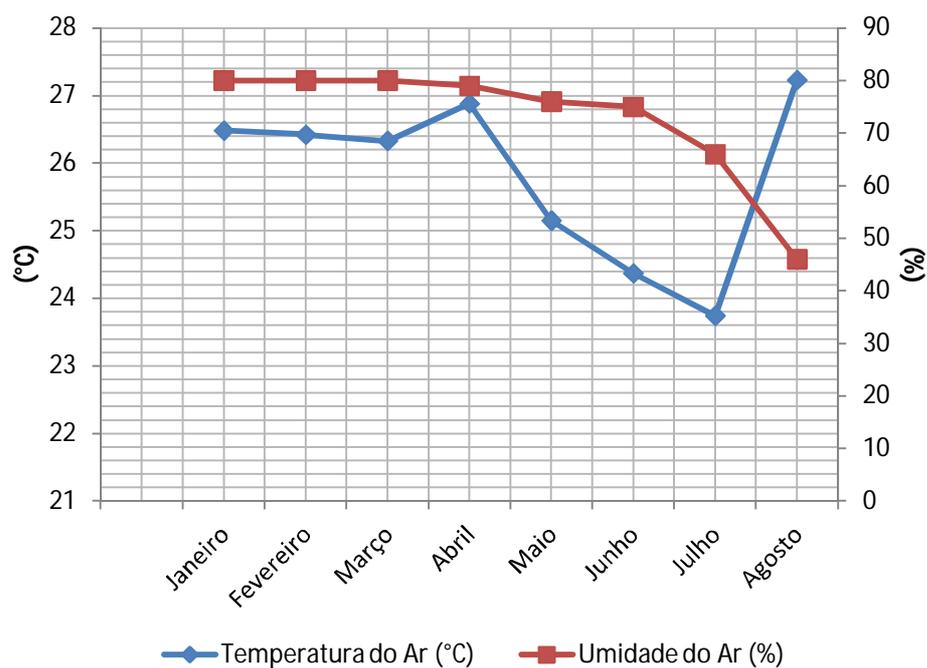


Figura 12 – Valores médios mensais da temperatura e umidade relativa do ar.

Além disso, no que tange ao comportamento da precipitação pluvial, tem-se que o acumulado no mês de março revelou-se como o maior valor nos oito meses. Comportamento este característico do verão cuiabano. Entre os meses de abril e junho houve elevações e diminuições no acumulado das chuvas, sendo que em julho e agosto foram observados os menores valores. Não obstante, o valor acumulado da precipitação nos oito meses de pesquisa foi de 758,4mm (Figura 13).

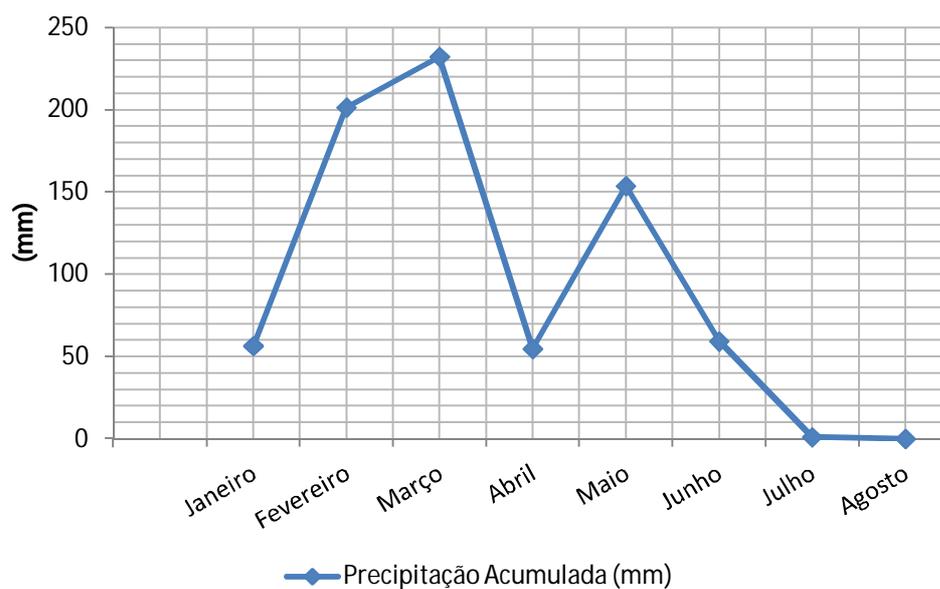


Figura 13 – Precipitação acumulada mensal, entre janeiro e agosto de 2012.

Entretanto, pode-se notar nas Figuras 12 e 13 que períodos de elevação da precipitação acumulada (meses de fevereiro, março e maio) foram acompanhados de diminuições da temperatura média mensal, tendo a diminuição da umidade relativa ocorrido somente em maio.

4.2. ANÁLISE DESCRITIVA DOS DADOS BIÓTICOS E ABIÓTICOS

Ao todo foram encontrados 7.339 ovos, onde 7.273 (99,1%) foram identificados como mosquitos da espécie *Ae. aegypti* e 66 (0,9%) como *Ae. albopictus*. Houve variações expressivas tanto entre os pontos estratégicos como em todo período de estudo.

Na Tabela 2 são apresentadas as quantidades de ovos coletados em cada ponto ao longo do período analisado.

Tabela 2 – Número de ovos coletados pelas ovitampas nos nove pontos estratégicos (PE) da escola, de 30 de janeiro a 13 de agosto de 2012.

Período\PE	01	02	03	04	05	06	07	08	09
30/jan	5	291	101	0	167	61	0	0	209
13/fev	43	10	0	93	0	0	13	40	12
27/fev	182	37	21	0	45	243	48	0	42
12/mar	143	34	17	72	3	331	0	196	114
26/mar	440	148	0	0	39	266	0	68	0
09/abr	108	68	15	0	23	98	79	0	54
23/abr	147	12	53	31	0	0	0	22	107
07/mai	275	65	0	0	54	0	0	0	0
21/mai	15	0	0	0	0	0	0	84	27
04/jun	97	0	0	0	0	0	0	0	0
18/jun	33	3	0	0	55	248	169	85	0
02/jul	72	0	154	0	0	53	0	171	0
16/jul	0	0	0	0	32	252	0	293	0
30/jul	0	64	64	0	1	229	0	233	0
13/ago	0	2	15	0	54	0	0	89	0

A presença de ovos foi detectada em todas as coletas, assim como em todos os pontos pesquisados. Entre estes, se destacam os pontos 06, do dia 12 de março, e 08, do dia 16 de julho, com 331 e 293 ovos, respectivamente (Tabela 2). Todavia, o valor máximo foi obtido no ponto 01, no qual 440 ovos foram encontrados em uma única armadilha na coleta do dia 26 de março. Em contraponto, os menores valores

não-nulos verificados foram 1 e 2 ovos, respectivamente, dos dias 30 de julho e 13 de agosto (Tabela 2).

Nos três meses iniciais da coleta na escola, período correspondente ao chuvoso na região, foram encontrados nos nove PE 3.534 ovos de mosquitos, sendo que as ovitrampas que apresentaram melhor resposta foram as dos pontos 06, com 901 ovos, 01, com 813 ovos e 02, com 520 ovos (Tabela 2).

As coletas realizadas a partir de abril (período seco), por sua vez, apresentaram um total de 3.805 ovos, onde nos pontos 08, 06 e 01 verificou-se os maiores valores para o número de ovos, sendo estes, respectivamente: 977, 880 e 747 (Tabela 2).

Tem-se, dessa forma, que somente nas cinco coletas realizadas na estação chuvosa encontrou-se o equivalente a 92,9% do total de ovos encontrados nas dez coletas da estação seca, o que aponta uma maior ocorrência dos vetores no local, no período de maior incidência de chuvas, além de atestar a sensibilidade da ovitrampa adotada na verificação da presença de mosquitos na escola em situações de baixa densidade populacional das espécies.

Nesse sentido, uma discussão que cabe ser salientada refere-se aos PE onde foram encontrados ovos de mosquitos *Ae. albopictus*.

Nos oito meses de coleta foram verificadas ocorrências dessa espécie em três delas: uma em 13/02, onde encontrou-se 8 ovos no ponto 09; uma em 23/04, com 18 ovos no ponto 08 e, novamente nesse ponto, 40 ovos no dia 21/05.

Observando as Figuras 14 e 15 percebe-se que os pontos 08 e 09, mesmo próximos aos demais, diferem destes claramente, pois apresentam, entre outros aspectos: mata densa e sombreada e amplos espaços para oviposição pelas fêmeas, com o mínimo de interferências. Tais aspectos condizem justamente com o comportamento do *Ae. albopictus* que, ao contrário do *Ae. aegypti*, possui hábitos silvestres, tendo preferências, também, por áreas urbanas com cobertura vegetal densa.



Figura 14 – Mapa da escola com destaque para os pontos estratégicos onde foram detectados *Ae. albopictus*.

Fonte: Google Earth™.

Por outro lado é perceptível o risco que a presença dessa espécie na escola representa, mesmo ocorrendo em um nível tão baixo, uma vez que o *Ae. albopictus* é um potencial vetor da dengue no Brasil, sendo transmissor da febre amarela silvestre aqui e em outros países de vários continentes. Além disto, a presença dessa espécie em ambientes urbanos de alta concentração populacional representa uma ameaça quanto a possibilidade de reintrodução da febre amarela nesses ambientes.

Sua presença e reprodução na escola revela que a fêmea encontrou nos pontos em questão condições favoráveis à sobrevivência e desenvolvimento de seus ovos, visto que as fêmeas de mosquitos *Aedes*, de modo geral, consideram antes de ovipor, diversos fatores bióticos e abióticos do potencial criadouro.



Figura 15 – Locais onde foi detectada presença de *Ae. albopictus*: a) PE 08, b) PE 09.

Os pontos estratégicos que apresentaram maior positividade da ovitrampa ao longo do monitoramento, em ordem decrescente, foram: 01; 02; 05 e 08 (Tabela 2).

Os índices gerados a partir da ovitrampa indicaram alto nível de infestação da escola nas coletas dos dias 12/03, 26/03 e 16/07, em comparação com o restante do período de estudo, onde os valores máximos de IPO, IDO e IDV foram, respectivamente: 88,9%, 192,3 ovos/arm. pos. e 106,8 ovos/arm. exam. (Figuras 16 e 17). Os menores valores verificados para esses índices foram, nessa ordem: 11,1%, 35,2 ovos/arm. pos. e 10,8 ovos/arm. exam. (Figuras 16 e 17).

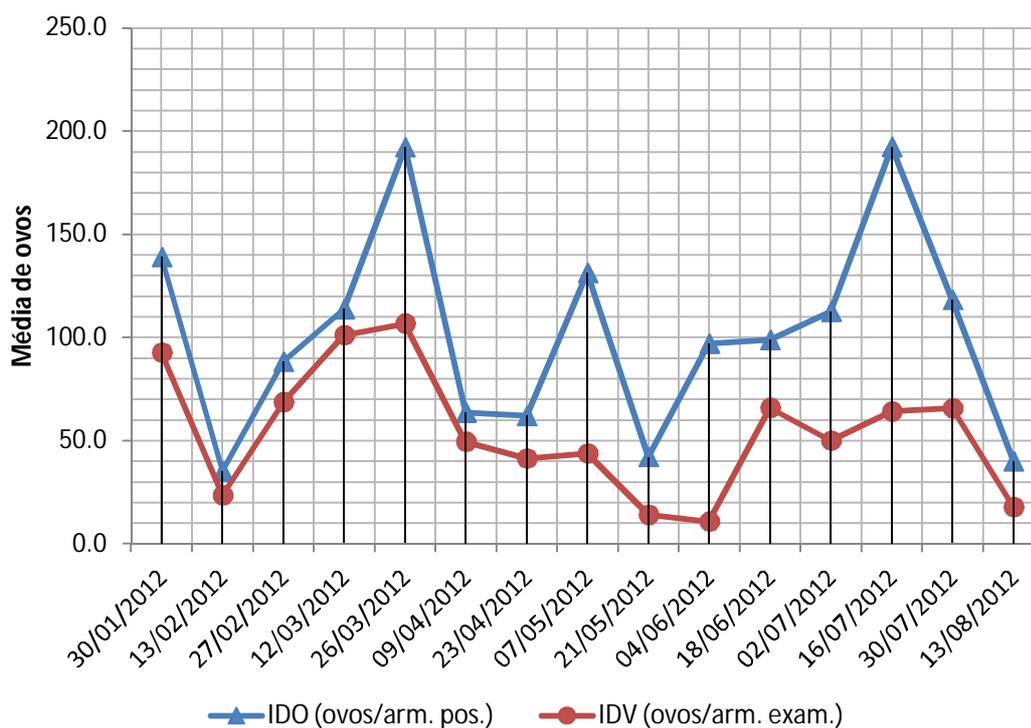


Figura 16 – Variação temporal da média de ovos por armadilha positiva (IDO) e examinada (IDV).

Na Figura 16 é possível observar que tanto a densidade de ovos (IDO) como a vetorial (IDV) apresentaram baixos valores nas coletas dos dias 13 de fevereiro e 13 de agosto, indicando uma menor ocorrência de fêmeas do mosquito no local, nestas datas.

O número de ovos, por coleta, revelou variações expressivas ao longo do período de estudo, tendo apresentado grande amplitude de acordo com os seguintes valores de máximo e mínimo: 961 ovos e 97 ovos, respectivamente (Figura 17).

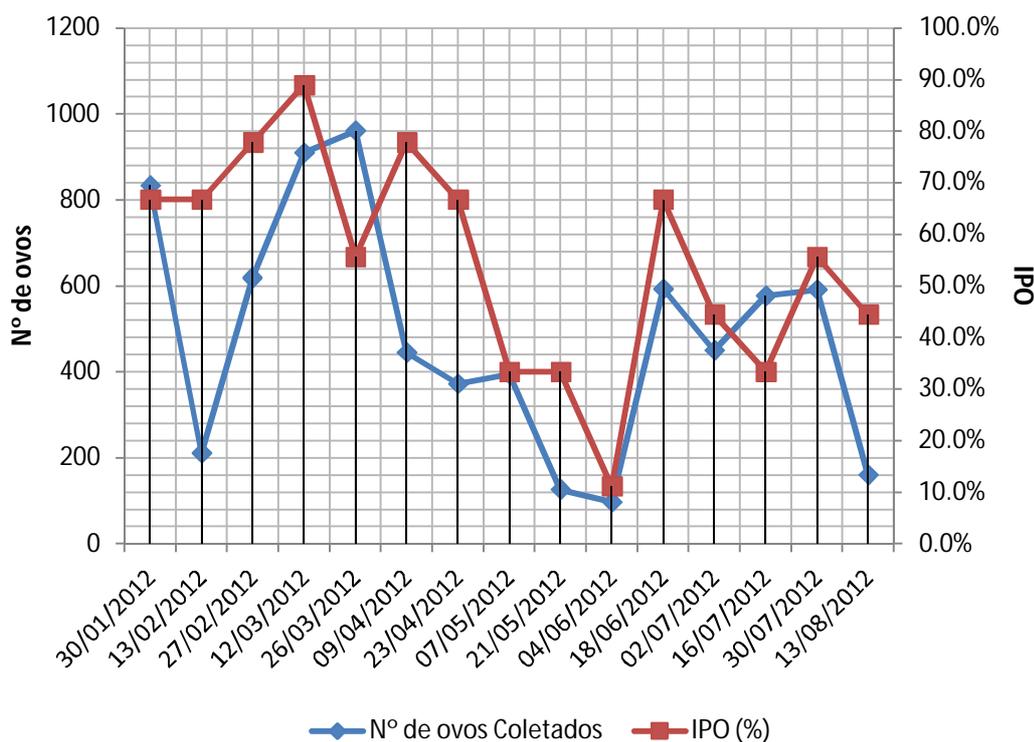


Figura 17 – Variação temporal do nº de ovos e IPO, de acordo com as coletas realizadas.

As Figuras 16 e 17, quando analisadas conjuntamente, permitem identificar características do comportamento das espécies na escola, de modo que percebe-se que no decorrer das quinze semanas epidemiológicas monitoradas, os meses de março e abril foram os que apresentaram as menores variações em relação aos demais meses.

Todavia, todos os índices – IPO, IDO e IDV – variaram não somente nesse período como ao longo de todo estudo, indicando uma concentração de ovos do mosquito em torno de pontos estratégicos específicos.

Além disso, na primeira quinzena de fevereiro e segunda do mês de maio foi feita na escola a limpeza do terreno, antes tomado por vegetação. Desse modo, observando tais períodos na Figura 17, nota-se que estes apresentaram valores discrepantes dos demais pontos próximos. O que parece indicar uma relação direta entre as condições ambientais do local e a proliferação das espécies estudadas. Do ponto de vista entomológico tal afirmação é plausível, uma vez que com a limpeza do terreno as condições de favorecimento à reprodução do mosquito foram alteradas. Tal afirmação é corroborada por Oliveira *et al.* (2006), que verificou que ao se eliminar resíduos sólidos (potenciais criadouros do mosquito) de quintais no distrito

rural de Uberlândia – MG, houve uma redução considerável do número de ovos encontrados nas ovitrampas.

Comparando os resultados obtidos para o IPO, IDO e IDV, observados nas Figuras 16 e 17, com as fases CONTROLE, ALERTA e RISCO, propostas por Costa *et al.* (2007), é possível verificar que a área de estudo permaneceu durante os meses de janeiro a maio, junho e julho, em estado de risco quanto à possibilidade de epidemias de dengue e outras arboviroses. Apenas nas coletas dos dias 21/05, 04/06 e 13/08 observou-se a fase de controle do mosquito. A coleta do dia 13/02 foi a única a apresentar a fase de alerta.

Nota-se ainda que mesmo no período crítico da estação seca (meses de junho e julho) houve coletas, como as dos dias 18/06 e 30/07, que apresentaram valores expressivos para o número de ovos, bem como para os índices da ovitrampa. De acordo com Canyon *et al.* (1999), tal comportamento é considerado atípico para ambas espécies, uma vez que com a diminuição da umidade do ar estas populações tendem a sofrer reduções significantes, seguindo assim o ritmo sazonal das chuvas.

4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos pelo software IBM SPSS 20.0, sendo os intervalos de confiança apresentados obtidos via *bootstrap* com 1000 repetições. Em virtude da não aderência dos resíduos a distribuição Normal, assim como sua heterogeneidade de variância, utilizou-se o testes não-paramétricos para a comparação de grupos.

A Tabela 3 apresenta os intervalos de confiança para a mediana das variáveis estudadas, nos períodos chuvoso e seco. Os valores médios da temperatura e umidade do ar e o acumulado da precipitação são referentes ao intervalo de 14 dias, de modo que pudessem ser comparados ao total de ovos de cada coleta.

Tabela 3 – Intervalos de confiança para mediana das variáveis N° de ovos, temperatura média (Temperatura), umidade relativa média (Umidade Relativa) e precipitação acumulada (Precipitação Acumulada), de acordo com as estações chuvosa e seca.

Variáveis (médias)	Estação Chuvosa			Estação Seca		
	Estatística	Intervalo de confiança (95%)		Estatística	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Número de ovos*	78,53	48,72	110,15	42,28	27,36	57,19
Temperatura	26,026	25,910	26,160	25,080	24,408	25,752
Umidade Relativa**	80,80	80,33	81,32	69,30	66,34	72,26
Precipitação Acumulada**	47,120	38,031	56,274	9,360	6,895	11,825

** Nível de significância < 1% pelo teste U de Mann-Whitney.

* Nível de significância < 5% pelo teste U de Mann-Whitney.

A variável N° de ovos apresentou diferença significativa (com $\alpha = 0,011$) entre as estações, de modo que a oviposição dos mosquitos foi menor na estação seca, em relação à estação chuvosa (Tabela 3). Da mesma forma verificou-se nesta estação menores valores de Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação Acumulada. No entanto, das variáveis microclimáticas analisadas somente a umidade e a precipitação apresentaram diferenças altamente significativas, não sendo verificada para a temperatura diferença significativa entre as estações.

Os resultados obtidos pelo teste U de Mann-Whitney e mostrados na Tabela 3, indicam ainda que valores elevados de Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação Acumulada, observados na estação chuvosa, propiciaram o estabelecimento de condições favoráveis à oviposição das fêmeas de *Ae. aegypti* e *albopictus* na escola, dado a quantidade de ovos encontrados nesta estação em comparação com a estação seca. Souza *et. al.* (2008) encontrou resultado semelhante no município de Uruguaiana – RS, onde verificou-se que valores altos de temperatura e umidade favoreceram a proliferação de mosquitos *Ae. aegypti* e *albopictus*.

No que tange às associações entre o número de ovos e as variáveis microclimáticas, foi encontrada correlação significativa, pelo teste de correlação de Spearman (ρ), apenas entre o N° de ovos e a Precipitação Acumulada, com o valor do coeficiente de correlação sendo 0,178 (Tabela 4). O valor encontrado, embora

significativo, deixa em aberto a pesquisa de fatores que explique a ocorrência da oviposição das fêmeas. Miyazaki *et al.* (2009b), monitorou o mosquito *Aedes aegypti*, por meio de ovitrampas, no campus da Universidade Federal de Mato Grosso em Cuiabá, onde verificou uma associação significativa do número de ovos com a precipitação acumulada, sendo o valor encontrado para o coeficiente de correlação de Spearman igual a 0,240, classificado pela autora como fraco positivo.

Tabela 4 – Correlações entre o N° de ovos e as variáveis Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação Acumulada.

		Temperatura	Umidade Relativa	Precipitação Acumulada
Número de ovos	ρ de Spearman	,162	,014	,178*
	Nível de Significância (bilateral)	,061	,876	,039
	N	135	135	135

* Nível de significância < 5%.

Com a finalidade de pesquisar grupos com características comuns foi desenvolvido um procedimento de análise de agrupamentos utilizando o método de Ward como regra de amalgamação e a distância euclidiana quadrática.

Dessa análise resultou o dendrograma apresentado na Figura 18. Para o estabelecimento dos grupos mostrados na figura foi feito um corte no dendrograma (linha pontilhada), de modo que fosse possível analisá-lo em termos das relações formadas pelos pontos estratégicos, não sendo muito específico (pontual) ou mesmo generalista.

Com isso, foram estabelecidos três grupos correspondentes aos pontos de corte **A**, **B** e **C** (Figura 18).

O grupo **A** apresenta dois subgrupos, **A1** e **A2**, constituídos pelos pontos 02, 05, 09 e 03, 04, 07, respectivamente, e que apontam maiores semelhanças entre os locais de coleta.

O grupo **B**, por sua vez, é formado pelos pontos 06 e 08, enquanto o grupo **C** tem como componente apenas o ponto 01.

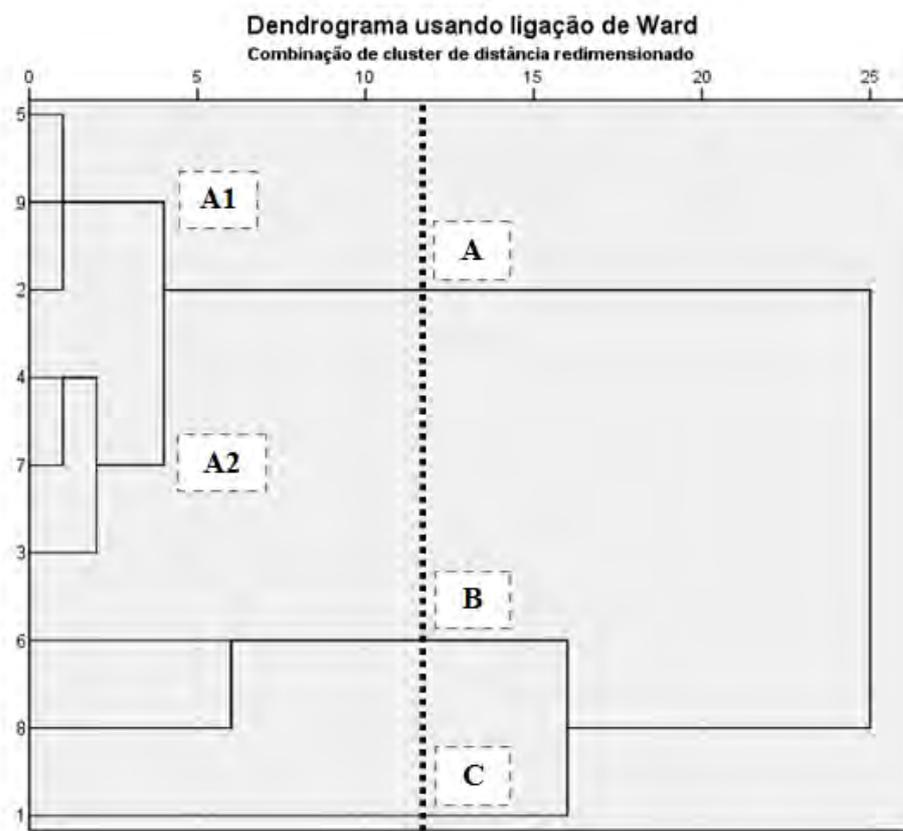


Figura 18 – Dendrograma com os grupos de pontos de coleta característicos da escola.

Ao se comparar os grupos em questão com a Tabela 2, pode-se verificar que **A1** e **A2** apresentam, respectivamente, totais de ovos variando entre 473 e 734, com percentual de armadilhas positivas igual a 87,7% e 196 e 440, com 77,7% de positividade. O grupo **A** apresenta variações entre 196 e 734 ovos, com 65,2% de armadilhas positivas. Da mesma forma, para os grupos **B** e **C** se obteve totais de ovos e percentuais de positividade, respectivamente, entre 1.281 e 1.781, com 91,8% e 1.560, com 97,7%. Percebe-se com isso alguns aspectos em comum dos pontos de corte, conforme apresentado na Figura 18.

É possível ainda caracterizar os grupos de acordo com suas condições ambientais e presença ou não de focos de vetores e potenciais criadouros.

Desse modo, o grupo **A** caracteriza-se por espaços parcial e totalmente sombreados, de elevada e moderada circulação de pessoas, com presença de vegetação densa, além de focos e potenciais criadouros. O grupo **B** é caracterizado pela presença de potenciais criadouros em locais úmidos e ao abrigo do Sol, com

vegetação densa. O grupo **C**, por sua vez, tem como características o sombreamento total do local, solo úmido, vegetação rasteira e circulação moderada de pessoas.

Nota-se, dessa forma, que os grupos **B** e **C** apresentam condições ambientais muito semelhantes em comparação com o grupo **A**, onde essa configuração tornou os pontos pertencentes a esses grupos propícios para a oviposição pela fêmea dos mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

Não obstante, de acordo com a Secretaria Municipal de Saúde (SMS), entre os meses em que este estudo foi realizado foram registradas 9.457 notificações da dengue de pessoas residentes em Cuiabá, sendo confirmados 7.992 casos da doença até 01/2013.

Portanto, é perceptível a gama de fatores bióticos e abióticos interagindo e influenciando as dinâmicas das espécies estudadas, assim como os efeitos nocivos que estas exercem sobre as populações humanas, de modo que reitera-se a importância da eliminação das condições favoráveis à proliferação dos vetores *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* na cidade de Cuiabá.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento contínuo das populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* configura-se como uma eficiente e viável técnica de controle das endemias e epidemias relacionadas à essas espécies. Para tanto o conhecimento das inter-relações entre estas e o meio ambiente é fundamental.

Sendo assim, de acordo com os resultados obtidos pode-se fazer as seguintes considerações:

- a) O modelo de ovitrampa adotado revelou-se uma ferramenta viável e eficaz no monitoramento e controle das populações dos vetores estudados, apresentando, também, uma ótima relação custo-benefício. Além disso, a resposta obtida ressalta a relevância e sensibilidade do modelo utilizado na avaliação da flutuação sazonal do vetor da dengue, bem como sua atratividade para as fêmeas do mosquito;
- b) Os índices de densidade e positividade observados na escola permitem inferir que esta configura-se como um polo de proliferação e disseminação da espécie *Ae. aegypti*, sendo necessário o desenvolvimento de planos de trabalho para controle do mosquito, específicos para áreas como a da Escola Estadual André Avelino Ribeiro;
- c) Apesar da baixa incidência observada para *Ae. albopictus* no local, faz-se pertinente o contínuo monitoramento deste, visto que a espécie aparenta ter encontrado condições propícias para sua reprodução nos pontos especificados na discussão dos resultados;
- d) Foram verificadas diferenças significativas para o número de ovos coletados na estação chuvosa em relação à estação seca, de modo que a segunda apresentou os menores valores. No entanto, observou-se valores expressivos para o número de ovos nesta estação, indicando que mesmo no período de seca a incidência da espécie pode ser elevada;
- e) Dentre as variáveis microclimáticas estudadas detectou-se correlação significativa entre a precipitação acumulada e a proliferação do vetor

da dengue na escola André Avelino Ribeiro, no período de janeiro a agosto de 2012;

- f) Todavia, observou-se que valores elevados de temperatura, umidade e precipitação, verificados na estação chuvosa em comparação com a estação seca, favoreceram o estabelecimento de uma condição microclimática prestante à proliferação dos vetores na escola, no período do estudo.

5.1. PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE TRABALHO NO MONITORAMENTO DE VETORES

O modelo diferenciado de ovitrampa empregado na pesquisa revelou-se uma ferramenta altamente eficaz, sendo considerada superior a pesquisa larvária realizada nacionalmente e, mesmo quando comparada ao modelo convencional de armadilha de oviposição. Desse modo propõe-se a adoção do modelo diferenciado de armadilha no monitoramento e controle do vetor da dengue realizado pela vigilância epidemiológica de Cuiabá.

5.2. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

O estudo das inter-relações entre o meio ambiente e as espécies estudadas não é uma tarefa trivial. Desse modo, no que tange ao escopo deste trabalho, sugere-se que sejam feitos monitoramentos contínuos dos vetores para geração de séries temporais que permitam desenvolver modelos preditivos de surtos, tanto das espécies como das doenças relacionadas a elas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1. REFERÊNCIAS CITADAS

AVENDANHA, J. S. **Monitoramento Vetorial e do Vírus Dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais**. 2006. 42 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2006.

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

CAMPELO, JR. J. H.; CASEIRO, F. T.; FILHO, N. P.; BELLO, G. A. C.; MAITELLI, G. T.; ZANPARONI, C. A. G. P. Caracterização Macroclimática de Cuiabá. In. Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente, Londrina, **Anais**. Londrina, v.1, n.7, 1991.

CANYON, D. V. et al. Adaptation of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Oviposition Behavior in Response to Humidity and Diet. **Journal of Insect Physiology**. Oxford, v. 45, p. 959-964, 1999. Disponível em: < www.elsevier.com/locate/ibmbjip>. Acesso em: janeiro de 2013.

CARVALHO, A. C. et al. **Dengue em Cuiabá em 2012: o alerta para 2013**. Informativo da Dengue 2012-2013. Diretoria de Vigilância em Saúde. Centro de Informações Estratégicas de Vigilância em Saúde. Disponível em: < <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/INFORMATIVO%20DENGUE%202012-2013.pdf>>. Acesso em: março de 2013.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 228 p.

CORRÊA, A. A. *et al.* **Dengue: orientações técnicas para pessoal de campo**: manual de campo. Estado de Santa Catarina. Secretaria de Estado de Saúde. Sistema Único de Saúde. Superintendência de Vigilância em Saúde. Diretoria de Vigilância Epidemiológica. Gência de Vigilância de Zoonoses e Entomologia. Santa Catarina, 2007. 59 p.

COSTA, C. F. et al. Monitoramento de *Aedes aegypti* por meio de armadilhas de oviposição e obtenção de índices da flutuação vetorial, associado a ocorrência de febre do dengue no período de 2001-2007, na região da Pampulha, Belo Horizonte – MG. In: 7ª EXPOEPI: MOSTRA NACIONAL DE EXPERIÊNCIAS BEM-SUCEDIDAS EM EPIDEMIOLOGIA, PREVENÇÃO E CONTROLE DE DOENÇAS, 2007. Brasília. **Anais**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. p. 51.

CURADO, L. F. A. **Estimativa Sazonal da Emissividade Atmosférica do Pantanal Mato-grossense**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 2011.

DANTAS, R. T. et al. Influência de Variáveis Meteorológicas sobre a Incidência de Dengue em João Pessoa – PB. **Revista Fafibe On Line**. Bebedouro–SP, n.3, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.unifafibe.com.br/revistafafibeonline/>>. Acesso em: janeiro de 2013.

DUARTE, D. H. S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. 2000. 278 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo. Outubro de 2000.

FAY, R. W.; ELIASON, D. A. **A Preferred Oviposition Sites as a Surveillance Method for *Aedes aegypti***. Mosquito News 26: 531 – 535, 1966.

GLASSER, C. M.; GOMES, A. C. Clima e Sobreposição da Distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na Infestação do Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 36, n. 2, p. 166-72, 2002. Disponível em: <www.fsp.usp.br/rsp>. Acesso em: janeiro de 2013.

GOMES A. C. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em programa de vigilância entomológica. **Informe Epidemiológico do Sistema Único de Saúde**, vol. 7: 49-57, 1998.

GOMES A. C. Vigilância da Dengue: um Enfoque Vetorial. In: BIOLÓGICO, 2002a. São Paulo. **Palestra**, v. 64, n. 2, p. 209-212, jul./dez., 2002a.

GOMES, A. C. Vigilância Entomológica. **Informe Epidemiológico do Sus**. Brasília, v. 11, n. 2, jun. 2002b. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16732002000200004&lng=pt>. Acesso em: janeiro de 2013.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p.

MIYAZAKI, R. D. *et al.* **Dengue: vamos mudar essa história**: cartilha de orientação. 2. ed. rev. Comissão Interinstitucional de Controle da Dengue – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá: EdUFMT, 2009a. 20 p.

MIYAZAKI, R. D. *et al.* Monitoramento do Mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae), por Meio de Ovitampas no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Estado de Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, vol. 42, nº 4, julho/agosto de 2009b.

OLIVEIRA, A. S. **Análise de desempenho térmico e consumo de energia em residências na cidade de Cuiabá/MT: estudo de caso**. 2007. 149 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 2007.

OLIVEIRA, J. C. *et al.* A Utilização da Ovitampa como Prevenção do *Aedes* e Controle do Dengue no Distrito de Martinésia, Uberlândia (MG). In: III ENCONTRO DA ANPPAS, 2006. Brasília. **Anais**. 2006.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1981. 440 p.

PEREIRA, A. R. *et al.* **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

RODRIGUES, W. C. Fatores que Influenciam no Desenvolvimento dos Insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004. Disponível em: <www.infoinsetos.ebras.bio.br/pdf/art0104-01.pdf>. Acesso em: janeiro de 2013.

ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. **Epidemiologia & Saúde**. 6. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, Guanabara Koogan, 2003. 708 p.

RUAS, A. C. **Avaliação de Conforto Térmico – Contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.

SANTOS, F. M. M. **Análise de Desempenho Térmico e Lumínico em uma Escola Pública na Cidade de Cuiabá/MT: estudo de caso**. 2008. 104 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. Outubro de 2008.

SOUZA, R. C. et al. Relação Entre as Condições Ambientais e o Número de Focos de Mosquitos *Aedes Aegypti* e *Aedes Albopictus* no Município de Uruguaiana – RS. **Biodiversidade Pampeana**. Uruguaiana-RS, v. 6, n. 2, p. 44-48, dez. 2008. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/biodiversidadepampeana>>. Acesso em: janeiro de 2013.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Versão digital 2. Recife, 2006. 449 p.

What is Biometeorology? **International Society of Biometeorology (ISB)**: Home Page, Department of Geography, University of Wisconsin-Milwaukee, Milwaukee, USA. Disponível em: < http://biometeorology.org/what_is_bm/index.cfm>. Acesso em: março de 2013.

WOLFARTH, B. R. **Análise Epidemiológica Espacial, Temporal e suas Relações com as Variáveis Ambientais sobre a Incidência da Malária no Período de 2003 a 2009 em 4 Municípios do Estado do Amazonas**. 2011. 116 f. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Estadual do Amazonas. Manaus. 2011.

6.2. REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ASSESSORIA/SMS. **Vigilância Divulga o Boletim Semanal da Dengue em Cuiabá.** Disponível em: <www.cuiaba.mt.gov.br/noticias?id=3691>. Acesso em: janeiro de 2013.

DONALÍSIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, vol. 5, nº 3, dezembro de 2002.

FERREIRA, R. **Cuiabá Ainda Tem Risco de Surto de Dengue.** Disponível em: <www.mt.gov.br>. Acesso em: janeiro de 2013.

GRUPO DE ESTUDIO DE MOSQUITOS. **Dinámica Espacio-Temporal de Aedes aegypti en Buenos Aires y Estudio de los Mecanismos que Regulan las Poblaciones.** Disponível em: <http://www.ege.fcen.uba.ar/gem/html/investigacion_aedes.html>. Acesso em: janeiro de 2013.

LIMA, M. M.; AMARAL, R. S.; ARAGÃO, M. B. Estudo Comparativo da Eficácia de Armadilhas para Aedes aegypti. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol. 5, nº 2, abril/junho de 1989.

MIYASAKI, R. D.; RIBEIRO, A. L.; RODRIGUES, J. S. V. **Monitoramento do Aedes aegypti Linnaeus, 1762, Através da Armadilha de Oviposição no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá/MT, 2007/2008.**

OLIVEIRA, R. L. Rio de Janeiro Against Aedes aegypti: yellow fever in 1908 and dengue in 2008 – Editorial. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, vol. 103, nº 7, novembro de 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever.** Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/index.html>>. Acesso em: janeiro de 2013.

**APÊNDICE – BOLETIM DE ACOMPANHAMENTO DAS
COLETAS**

Boletim de Acompanhamento

Local: Escola Estadual André Avelino Ribeiro, Morada da Serra, Curitiba-MT

Mês/Ano:

ETAPA - CAMPO					ETAPA - LABORATÓRIO					
Nº da Amostra/Ovitrampa	Altura (m)	Data da Instalação	Data da Coleta	Data da Contagem dos Ovos	Total de Ovos	Nº de Ovos				
						<i>Aedes aegypti</i> macho	<i>Aedes aegypti</i> fêmea	<i>Aedes albopictus</i> macho	<i>Aedes albopictus</i> fêmea	Outros
01	0,89									
02	2,90									
03	2,90									
04	2,80									
05	2,04									
06	0									
07	2,21									
08	0									
09	0									
Total										

GLOSSÁRIO

Arbovirose: o termo deriva da expressão inglesa *Arthropod Borne Viruses*, sendo adotada em 1942 para designar grupos de infecções virais.

Biocenose: termo que ressalta a relação de vida em comum dos seres que habitam uma determinada região.

Chave dicotômica: método utilizado na classificação de seres vivos, que permite identificar as espécies pertencentes a um grupo de organismos, geralmente numa determinada região geográfica.

Dendrograma: é um tipo específico de diagrama ou representação icônica que organiza determinados fatores e/ou variáveis.

Endemia: é a manutenção de uma infecção numa população sem a necessidade de contaminação proveniente do exterior.

Entomologia: é a ciência que estuda os insetos sob todos os seus aspectos e relações com o homem, as plantas, os animais e o meio ambiente.

Epidemia: caracteriza-se pela incidência, em curto período de tempo, de grande número de casos de uma doença.

Epidemiologia: é a ciência que estuda quantitativamente a distribuição dos fenômenos de saúde/doença e seus fatores condicionantes e determinantes, nas populações humanas.

Estádio: cada uma das fases evolutivas através das quais se dá o desenvolvimento de um organismo.

Fatores abióticos: referem-se a todas as influências que os seres vivos possam receber em um ecossistema, derivadas de aspectos físicos, químicos ou físico-químicos do meio ambiente, tais como a luz, a temperatura, o vento e outros.

Fatores bióticos: são todos os efeitos causados pelos organismos em um ecossistema, de modo a condicionar as populações que o formam.

Foco de mosquitos: depósito natural ou artificial com presença de larvas ou pupas de mosquitos.

Oviposição: ato de postura dos ovos pela fêmea do mosquito.

Ovitampa: recipiente no qual as fêmeas de mosquitos depositam seus ovos.

Palhetas de eucatex: são palhetas feitas de madeira da marca eucatex e usadas como substrato de oviposição em ovitrampas.

Potencial criadouro: recipiente sombreado com propensão à acúmulo de água que possa servir para oviposição das fêmeas de mosquitos.

Substrato de oviposição: é o material utilizado em ovitrampas para coleta dos ovos de mosquitos, podendo ser constituído de madeira ou tecido.

Vetor: é todo ser vivo capaz de transmitir um agente infeccioso de um indivíduo infectado a outros que ainda não o portam, podendo ser de maneira ativa ou passiva.