



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO- BRASILEIRA –UNILAB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA–ICEN
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E
MATEMÁTICA - CNeM**

LEILA DINORA MIÚDO MAKETE

**PRODUTOS NATURAIS DE ORIGEM VEGETAL COMO ALTERNATIVAS
AO CONTROLE DOS MOSQUITOS TRANSMISSORES DA DENGUE NO
BRASIL**

ACARAPE

2016

LEILA DINORA MIÚDO MAKETE

PRODUTOS NATURAIS DE ORIGEM VEGETAL COMO ALTERNATIVAS AO
CONTROLE DOS MOSQUITOS TRANSMISSORES DA DENGUE NO BRASIL

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Licenciado em Ciências da Natureza e Matemática com habilitação em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Victor Emanuel Pessoa Martins.

ACARAPE

2016

**Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira
Direção de Sistema Integrado de Bibliotecas da UNILAB (DSIBIUNI)
Biblioteca Setorial Campus Liberdade
Catalogação na fonte**

Bibliotecário: Gleydson Rodrigues Santos – CRB-3 / 1219

M195p Makete, Leila Dinora Miúdo.

Produtos naturais de origem vegetal como alternativas ao controle dos mosquitos transmissores da dengue no Brasil. / Leila Dinora Miúdo Makete. – Acarape, 2016.

41 f.; 30 cm.

Monografia apresentada do Curso de Ciências da Natureza e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza (ICEN) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira – UNILAB.

Orientador: Prof. Dr. Victor Emanuel Pessoa Martins.

Inclui figuras, tabelas e referências.

1. Dengue - Brasil - Prevenção. I. Título.

CDD 614.571

LEILA DINORA MIÚDO MAKETE

PRODUTOS NATURAIS DE ORIGEM VEGETAL COMO ALTERNATIVAS AO
CONTROLE DOS MOSQUITOS TRANSMISSORES DA DENGUE NO BRASIL

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Licenciado em Ciências da Natureza e Matemática com habilitação em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Victor Emanuel Pessoa Martins.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.: Dr. Victor Emanuel Pessoa Martins (Orientador)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Profª.: Dra. Márcia Barbosa de Sousa (Examinadora)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof.: Dr. Alúcio Marques da Fonseca (Examinador)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira -
UNILAB

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me confortar e me dar forças para superar os momentos difíceis.

À UNILAB (Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira), em especial ao orientador Prof.: Dr. Victor Emanuel Pessoa Martins que esteve aberto para prestar esclarecimentos teóricos para a elaboração do trabalho e por ter sido um professor exemplar.

Aos meus pais: António Pacheco Makete e Maria Bimbi Miúdo por estarem sempre ao meu lado me dando todo suporte necessário.

Aos meus Irmãos: Hilário Peterson Banqueiro Makete, Luzete Nadine Miúdo Makete, Tairons Juzinaida Banqueiro Makete, Edmara do Carmo Miúdo Makete e Yukelson Miúdo Makete pelo carinho e admiração.

A minha tia Maria de Fatima e aos meus primos Eugênio e Chinesa Clemente, por todo apoio dado nas vésperas de minha viagem para o Brasil.

As minhas tias Claudia Miúdo, Melita Miúdo e Laurinda Miúdo, por todos os cuidados, carinho e dedicação dados na ausência da minha mãe.

A minha prima Ermelinda Ndala, por todas palavras de incentivo e pelo simples fato de acreditar que eu podia mais do que imaginava.

Ao meu primo Nuno Barnabé, por todo apoio financeiro.

Ao meu grande amigo Pereira Panzo, por cuidar de mim.

A minha amiga e irmã Cleiver Silvestre, pelos momentos tristes e felizes vividos durante a estadia em Redenção, pós sem ela a minha vida nesta pequena cidade não teria sentido.

Ao meu namorado Lutuima Neto, pelo companheirismo, amizade, dedicação, carinho, risadas e brincadeiras.

Aos meus colegas João Pascoal e Ferreira Timóteo por estarem ao meu lado durante os cinco anos duros de universidade.

Minha amiga e madrinha Karla Silveira, pelas risadas, pelo apoio moral e por ter aberto as portas de sua casa, me fazendo sentir como um membro da sua família.

A Dona Evenise Silveira e a sua neta Kamilla Silveira, pelo carinho e pela acolhida.

Aos meus amigos Wilson dos Santos e Lívio Suzary, pelas ligações e por me mostrarem que a distância não separa as grandes amizades.

Aos meus tios e primos em geral, por me terem dado forças nos momentos difíceis da vida.

Ao Vanvan, pelos serviços de mototáxi prestados durante estes 5 anos, pois sem ele a minha locomoção pelas ruas de Redenção seria quase que impossível.

Não posso deixar de agradecer também aos meus vizinhos, pela acolhida calorosa e pela proteção.

Aos meus colegas de turma: Roberta, Dany, Marcos Paulo, Nayra, Maria Evangelina, Brígida, Bruno Miranda, Sirlany, Bruno Sousa, Roberto, Nathalia, Marlitana e Veridiana, pelo companheirismo.

A todos aqueles que direta e indiretamente colaboram para a minha formação acadêmica e como pessoa humana.

Não podia deixar de agradecer a uma pessoa que teve uma importância relevante em minha vida, minha querida e amada tia Maria do Carmo (minha Mamo), que hoje não se encontra mas entre nós, tia muito obrigada pela educação e por todo amor que demonstraste ter por mim até ao último momento de sua vida.

Muito Obrigada a todos, de coração!

“Só se adquire perfeita saúde vivendo na obediência às leis da natureza. A verdadeira felicidade é impossível sem verdadeira saúde, e a verdadeira saúde é impossível sem rigoroso controle da gula. Todos os demais sentidos estarão automaticamente sujeitos a controle quando a gula estiver sob controle. Aquele que domina os próprios sentidos conquistou o mundo inteiro e tornou-se parte harmoniosa da natureza”.

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

A dengue foi registrada pela primeira vez no mundo na Ilha de Java, no ano de 1779. Nas Américas, a doença é mencionada há mais de 200 anos, com epidemias em alguns países do continente. O Brasil registrou os primeiros casos de dengue no ano de 1920. A dengue é tida como endêmica na África, nas Américas, no Leste do Mediterrâneo, Sudeste Asiático e no Oeste do Pacífico, com vários relatos de óbito. A dengue, uma doença de etiologia viral (vírus dengue, família *Flaviridae*, gênero *Flavivirus*), cujas variantes apresentam-se antígenicamente distintas, porém sorologicamente relacionadas (sorotipos DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4), apresenta como vetores o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*. Devido ao alarmante crescimento dos casos de dengue, surgiram algumas ações de controle vetorial como principal meio para reduzir os números de casos da doença, tendo em vista a ausência de uma vacina específica. O uso inadequado de inseticidas químicos têm contribuído para a seleção de linhagens resistentes dos mosquitos vetores da doença. O presente trabalho faz uma revisão das ações voltadas ao controle dos vetores da dengue que empregam produtos naturais de origem vegetal em substituição aos inseticidas/larvicidas tradicionalmente utilizados.

Palavras-chave: Dengue, controle de vetores, produtos naturais.

ABSTRACT

Dengue fever was first recorded in the world in Java Island, in the year 1779. In the Americas, the disease is mentioned over 200 years with epidemics in some countries of the continent. Brazil recorded the first cases of dengue in 1920. Dengue fever is considered endemic in Africa, the Americas, the Eastern Mediterranean, Southeast Asia and the Western Pacific, with several death reports. Dengue, a viral aetiology (dengue virus, Flaviridae family, genus Flavivirus), whose embodiments are shown antigenically distinct, but serologically related (DENV-1 serotypes DENV-2, DENV-3 and DENV-4) presents as vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Due to an alarming increase in dengue cases, there were some control actions vector as the primary means to reduce the number of cases of disease in view of the absence of a specific vaccine. Improper use of chemical insecticides have contributed to the selection of resistant strains of mosquito vectors of disease. This paper reviews the actions to the control of dengue vectors that employ natural products of plant origin in REPLACEMENT to insecticides / larvicides traditionally used.

Keywords: Dengue, vector control, natural products.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS	Organização Mundial da Saúde
FDH	Febre hemorrágica da dengue
DH	Dengue hemorrágica
SCD	Síndrome do choque por dengue
PNCD	Programa Nacional de Controle da dengue
SIM	Sistema de Informações sobre Mortalidade
SES	Secretarias Estaduais de Saúde
FD	Febre da dengue
RNA	Ácido ribonucléico
DDT	Dicloro-difenil-tricloroetano
BTI	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>
DDD	Dicloro-difenil-dicloroetano
DDE	Dicloro-difenil-dicloroetileno
OP	Organofosforados
AchEA	Acetilcolinesterase
MS	Ministério da saúde

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Municípios com epidemia de dengue. Brasil, 2014/2015.....	7
Figura 2 – Distribuição geográfica do <i>Aedes aegypti</i>	9
Figura 3 - Criadouros de <i>Aedes aegypti</i>	9
Figura 4 – Ciclo de vida e ovo dos mosquitos <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	10
Figura 5 – Distribuição do <i>Aedes aegypti</i> . Brasil, 2006.....	11
Figura 6 - Criadouros de <i>Aedes albopictus</i>	12
Figura 7 – Distribuição do <i>Aedes albopictus</i> . Brasil, 1986 a 2014.....	14
Formula 8 – Fórmulas estruturais do DDT e seus metabólitos DDD e DDE.....	18
Figura 9 - Estrutura química do Hexaclorocicloexano.....	19
Figura 10 – Exmplo de alguns inseticidas organofosforados sintetizados.....	19
Figura 11 – Estrurura química de alguns carbomatos: Carbaril e Carbofurano.....	20
Figura 12 – Estrutura química dos piretróides: Cipemetrina, Permetrina e Deltametrina.....	21
Figura 13 - Imagens de algumas plantas usadas no controle de vetores da dengue.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Extratos e óleos de plantas usadas no controle de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	22
--	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.DESENVOLVIMENTO.....	3
2.1.Histórico da dengue.....	3
2.2.Epidemiologia da dengue no mundo.....	4
2.2.1. Nas Américas.....	4
2.2.2.No Brasil.....	5
2.3.Agente etiológico.....	7
2.4.Vetores e Ciclo de vida.....	8
2.4.1. <i>Aedes aegypti</i>	8
2.4.2. <i>Aedes albopictus</i>	12
2.5. Controle de vetores.....	14
2.5.1. Primeiros registros do controle de vetores.....	16
2.5.2.Controle dos vetores da dengue no Brasil.....	17
2.5.3. Produtos naturais como alternativas ao controle de <i>Aedes spp</i> no Brasil.....	22

1. INTRODUÇÃO

Por vários anos, quando não se conheciam os agentes causadores da dengue, muitas doenças foram confundidas com ela (TEIXEIRA *et al.*, 1999). Os primeiros relatos históricos da dengue no mundo surgiram na Ilha de Java. Já nas Américas a doença é mencionada há mais de 200 anos, com epidemias em alguns países como Caribe e Estados Unidos (BRASIL, 2001).

O Brasil registrou os primeiros casos de dengue em 1920. De 1950 a 1960, o *Aedes aegypti* foi erradicado do Brasil e de 17 países do continente americano (CLARO *et al.*, 2004).

A dengue encontra-se distribuída na África, nas Américas, no Leste do Mediterrâneo, Sudeste Asiático e no Oeste do Pacífico (BRAGA; VALLE, 2007). Esta doença, durante muitos anos, foi considerada como benigna. A dengue é responsável por várias epidemias e mortes no mundo, nas Américas e no Brasil (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

Mundialmente, a dengue é causada por dois vetores de grande importância para a saúde pública, o *Aedes aegypti* (origem africana) e o *Aedes albopictus*, este último uma espécie que tem origem nas selvas do continente asiático (ZARA *et al.*, 2016).

A dengue é constituída por quatro sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 (BARRETO; TEIXEIRA, 2008), pertencentes ao gênero *Flavivirus* e à família *Flaviviridae*. É um vírus RNA, de filamento único, envelopado (DIAS *et al.*, 2010).

Com objetivo de dar fim aos vetores de doenças, foi criado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o controle de vetores, que adotou metodologias mais eficazes a serem empregadas, de acordo com a realidade do local, o qual constitui-se de três etapas: definição do local, coleta das informações necessárias e a decisão sobre o momento e a forma de sua implantação (BRAGA; VALLE, 2007).

Dentre as ações voltadas para o controle de vetores, as que mais têm se destacado são as que se baseiam em insumos químicos e biológicos.

O controle químico é usado desde o início do século XX para o combate de insetos vetores de doenças ou pragas na agricultura, através da utilização de inseticidas químicos (FINKLER *et al.*, 2012).

Já o controle biológico consiste em diminuir naturalmente as populações de mosquitos, por meio da predação, do parasitismo, da competição e de agentes patógenos que produzem enfermidades e toxinas (BRASIL, 2001).

O Brasil é o terceiro maior consumidor de praguicidas do mundo e o primeiro em toda a América Latina. Em 2005, o uso de praguicida no Brasil alcançou um patamar de produção e comercialização de, aproximadamente, 400 mil toneladas. Devido à alta toxicidade e persistência no meio ambiente, o uso de alguns praguicidas foi proibido (SANTOS *et al.*, 2007).

Produtos naturais de origem vegetal, tais como extratos e óleos essenciais, fazem parte de algumas técnicas usadas no Brasil como alternativas ao controle de *Aedes spp.* (SANTANA *et al.*, 2015).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Histórico da dengue

Há muito tempo, antes dos micro-organismos causadores da dengue serem identificados, algumas epidemias foram tidas como dengue; hoje, no entanto, existem dúvidas quanto a essas desconfianças. Em 1635, no Oeste da Índia Francesa e em 1699 no Panamá, foram mencionados surtos de uma doença febril aguda, que até aos dias de hoje não foi confirmado se foi febre do dengue ou chikungunya. Na China existe uma enciclopédia datada de 610 d.C com relatos epidemiológicos e clínicos de doenças semelhantes à dengue (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

Os primeiros relatos históricos da dengue no mundo surgiram na Ilha de Java em 1779. Já nas Américas a doença é mencionada há mais de 200 anos, com epidemias no Caribe e nos Estados Unidos (BRASIL, 2001).

Em 1963, foram registrados na Jamaica os primeiros casos de dengue, relacionados ao DENV-3, que em seguida se disseminou para Martinica, Curaçau, Antigua, Saint Kitts, Sanguilla e Porto Rico. Tempo depois, é encontrado no norte da América do Sul, Venezuela e Colômbia, e nos Estados Unidos. Em 1968 e 1970 foram registradas no Caribe, na Guiana Francesa e na Venezuela epidemias com os sorotipos 2 e 3. Em 1977, foi introduzido na Jamaica o sorotipo 1, espalhando-se por todas as ilhas do Caribe e América tropical. No princípio dos anos 1980 foi isolado o vírus DENV-4 (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

O Brasil registrou os primeiros casos de dengue em 1920. De 1950 a 1960, o *Aedes aegypti* foi erradicado do Brasil e de 17 países do continente americano. O vetor ressurgiu no Brasil em 1981/1982, com epidemias em Boa Vista e Roraima, e em 1986 no Estado do Rio de Janeiro, causadas pelo sorotipo 1. Em 1990/1991, foram registrados 1.952 casos de dengue hemorrágica, com 24 mortes, causadas pelo sorotipo 2. Nos finais do ano 2000 foi isolado, no Rio de Janeiro, o sorotipo 3. No ano seguinte, o Estado do Rio de Janeiro registrou uma epidemia, que atingiu níveis de incidência alarmantes no verão de 2002, que espalhou-se por mais estados, causando mais de trinta mortes por dengue hemorrágica (CLARO *et al.*, 2004).

2.2. Epidemiologia da dengue no Mundo

A dengue é tida como endêmica na África, nas Américas, no Leste do Mediterrâneo, Sudeste Asiático e no Oeste do Pacífico. Na década de 1970, somente

nove países registraram epidemias de FDH. Em 1995, houve um aumento significativo desse número (BRAGA; VALLE, 2007).

Segundo um inquérito sorológico retrospectivo, o sorotipo DENV-1 prevaleceu nas Filipinas durante a década de 1920, e que no início dos anos 1930 circulou pelas regiões dos Pacífico Sul e Ásia, permanecendo até o final da Segunda Guerra Mundial. Essa virose foi considerada benigna por muito tempo, após a Segunda Guerra mundial, novos sorotipos começaram a aparecer em uma mesma região, com surtos de uma febre hemorrágica sérios, que tempos depois foi dada como uma forma de dengue. (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

Em 1953, nas Filipinas, esses surtos foram confundidos com a febre amarela e outras arboviroses do grupo B. Essa febre hemorrágica foi associada ao dengue em 1958 devido à epidemias ocorridas em Bangkok, na Tailândia. Desde então, em muitos países do sudeste da Ásia foram registrados surtos de dengue hemorrágica. Nos anos 1980, a situação tornou-se grave e a doença migrou para outros países asiáticos: Índia, Sri Lanka, Maldivas e leste da China. Desde então, milhares de casos de morte têm acontecido a cada ano, sendo as crianças as mais afetadas. Em 1964, foi diagnosticado no Taiti e na Ilha do Pacífico Sul surtos ocasionados pelo DENV-3. Anos mais tarde, em muitas Ilhas do Pacífico foram registradas epidemias de DENV-2, sendo que o DENV-1 só foi introduzido nessa região em 1975. A Austrália tem registrado casos endêmicos de dengue desde 1800 com circulação dos vírus DENV-1 e DENV-2 (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

2.2.1 Nas Américas

Nas Américas, a dengue espalhou-se a partir da década de 1980. Encontra-se distribuída em mais de 100 países expondo mais de 2,5 milhões de pessoas ao risco de contraí-la nas regiões urbanas, periurbanas e rurais dos trópicos e subtropicos (BRAGA; VALLE, 2007).

Em 1963, foram registrados na Jamaica os primeiros casos do dengue relacionados ao DENV-3, que em seguida espalhou-se por Martinica, Curaçau, Antigua, Saint Kitts, Sanguilla, e Porto Rico. Seguindo para o norte da América do Sul, Venezuela e Colômbia, e nos Estados Unidos foram notificados casos importados. De 1968 a 1970, foram registradas no Caribe, na Guiana Francesa e na Venezuela, epidemias por DENV-2 e DENV-3. Nas Américas o acontecimento epidemiológico

mais importante na história da dengue foi a epidemia de dengue hemorrágica e síndrome do choque por dengue (DH/SCD) em Cuba, em 1981, onde foram registrados 344.203 casos, com 116.143 hospitalizações, dos quais 10.312 casos foram tidos como graves, resultando em 158 mortes e, destes, 101 foram crianças. Em 1997, a cidade de Santiago em Cuba enfrenta uma nova epidemia, com 2.946 casos, onde 102 foram de febre hemorrágica do dengue, com 12 óbitos. O segundo episódio mais grave das Américas se deu em outubro de 1989 na Venezuela, com um surto de DH/SCD, registrando-se 8.619 casos e 117 óbito onde foram isolados os vírus DENV-1, DENV-2 e DENV-4, sendo que dois terços desses casos ocorrem em crianças menores de 14 anos (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

Em 2003 foram identificados no continente americano aproximadamente 483 mil casos de dengue, onde, cerca de dez mil foram de dengue hemorrágica (BRAGA; VALLE, 2007).

2.2.2 No Brasil

No Brasil, a dengue é mencionada desde 1923, em Niterói/RJ, sem confirmação laboratorial. Em 1982 foi confirmada em laboratório a primeira epidemia, na cidade de Boa Vista (RR), onde os vírus isolados foram: DENV-1 e DENV-4. Em 1986 ocorreram epidemias da dengue clássica em vários estados do Brasil, com isolamento de vírus DENV-1 e DENV-2 (BRASIL, 2001). Já Teixeira *et al.*, (1999), afirmam que as primeiras evidências de epidemias de dengue no Brasil ocorreram a partir de 1846, em São Paulo e Rio de Janeiro.

Hoje 70% dos municípios brasileiros encontram-se infestados pelo mosquito *Aedes Aegypti*, e circulam três sorotipos do vírus (DENV-1, DENV-2 e DENV-3) (BRAGA;VALLE, 2007).

No Brasil a taxa de incidência da dengue teve um crescimento assustador, em 1993, diminuindo em 1999, crescendo novamente em 2000 e continuou aumentando até que em 2002 foi registrada a maior taxa de incidência da doença pela implantação do Programa Nacional de Controle (PNCD) da dengue. Sendo que nos anos seguintes a taxa de incidência diminuiu. Segundo alguns dados a taxa de incidência da dengue em 2005 foi maior em relação a registrada em 2004. As regiões do Nordeste e a Sudeste registraram maiores casos de dengue. Do mesmo jeito que a dengue clássica, a dengue

hemorrágica também registrou um número maior de caso no ano de 2002. O Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) registrou um número de óbitos maior em relação aos registrados pelas Secretarias de Estaduais de Saúde (SES) (FERREIRA *et al.*, 2009).

No Estado do Rio de Janeiro, nos anos de 1986 e 1987, foram notificados 93.910 casos de dengue causados pelo vírus DENV-1. Em 1990, em Nova Iguaçu, foram registradas epidemias de dengue hemorrágica, causadas pelo DENV-2. Em 1990 foram identificados 105.576 casos, sendo 1.316 de dengue hemorrágica (462 confirmados) e 8 óbitos (LENZI; COURA, 2004).

Em 2000, foi identificado no Estado do Rio de Janeiro um caso de dengue tipo 3, e uma nova epidemia foi estimada pelas autoridades de saúde. Dois anos depois, o Estado do Rio de Janeiro foi afetado pela mais grave das epidemias. Em apenas três meses do seu surgimento foram notificados 166.393 casos, sendo 1.408 de dengue hemorrágica e 53 óbitos. De 1986 a 2001 o município do Rio de Janeiro registrou um total de e 187.329 casos de dengue e 34 óbitos. Em 2002 a situação agravou-se drasticamente com a introdução do novo vírus foram 95.463 casos notificados no município (44% do total acumulado), sendo 571 de dengue hemorrágica e 31 mortes numa população de aproximadamente 5.500.000 pessoas (LENZI; COURA, 2004).

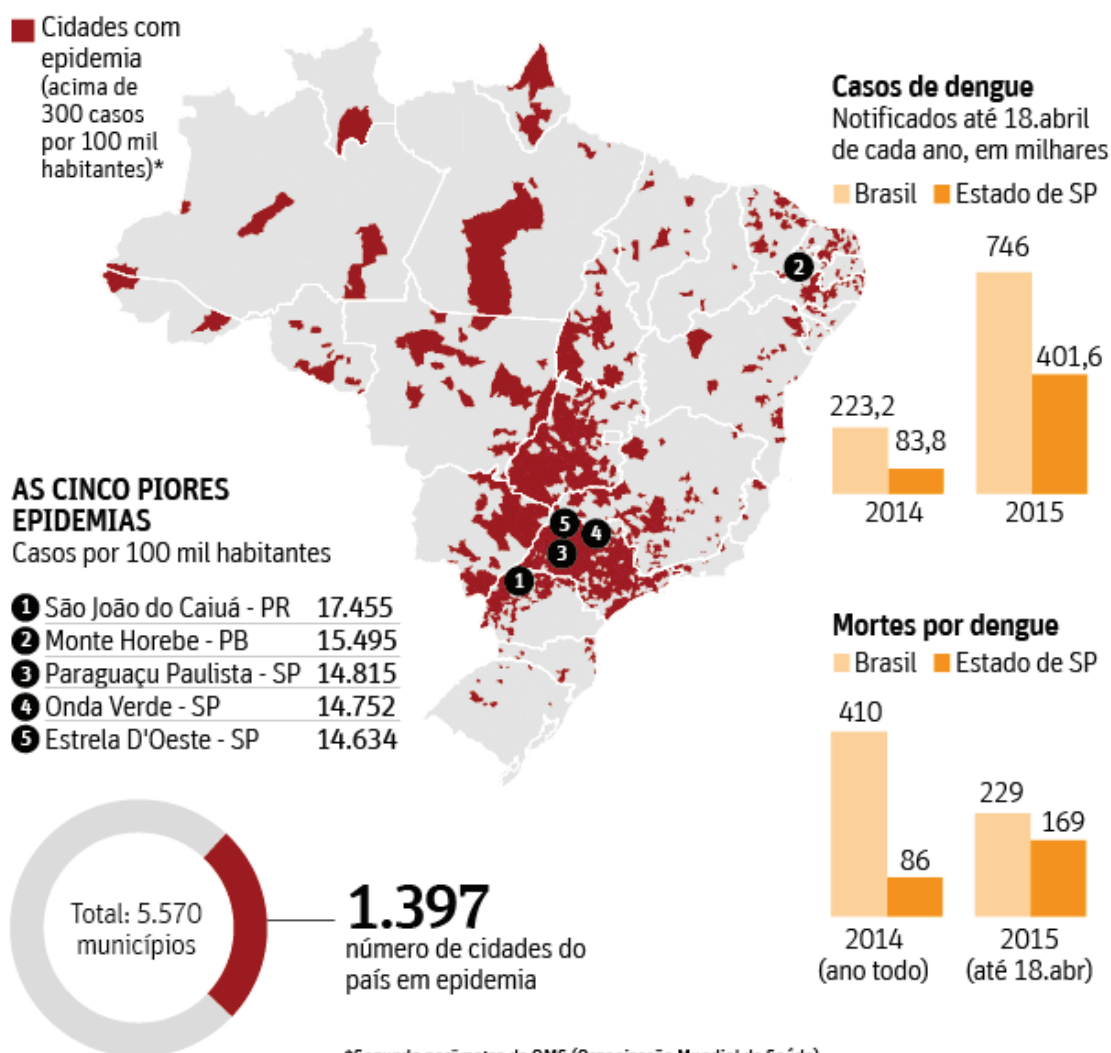
Em 2007, o Brasil registrou aproximadamente 500 mil casos de dengue e 158 mortes, no ano seguinte foram registrados 300 mil casos e 77 mortes (MACIAL *et al.*, 2008).

Em 2008 o município e as demais cidades do estado do Rio de Janeiro, foram atingidos por uma epidemia de dengue, identificaram-se mais de 240 mil casos da febre da dengue (FD), (incidência de 1.527/100 mil habitantes), mais de onze mil hospitalizações, 1.364 casos de febre hemorrágica da dengue (FHD), 169 óbitos confirmados e mais de 150 tiveram que ser analisados. Quase metade dos casos de FHD ocorreu na faixa etária menor de quinze anos de idade e o risco de morrer foi cinco vezes maior em crianças (BARRETO; TEIXEIRA, 2008).

O número de casos de dengue notificados no Brasil corresponde a cerca de 80% do total de casos registrados nas Américas (LENZI; COURA, 2004). A figura 1 mostra os municípios do Brasil com epidemias de dengue nos anos de 2014 a 2015.

A figura 1 mostra os municípios do Brasil com epidemias de dengue nos anos de 2014 a 2015.

Figura 1 – Municípios com epidemia de dengue. Brasil, 2014/2015.



Fonte: Ministério da Saúde, dados de 1º de janeiro a 18 de abril (os últimos disponíveis).

2.3. Agente etiológico

Os primeiros micro-organismos a serem chamados de vírus formam os agentes etiológicos da febre amarela e da dengue, em 1902 e 1907, descritos como agentes filtráveis e submicroscópicos (BARRETO; TEIXEIRA, 2008). Trinta e seis anos mais tarde, foram alcançados conhecimentos e tecnologia para se trabalhar com estes agentes em laboratório (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

O vírus da dengue foi isolado pela primeira vez em 1940, por Kimura em 1943 e Hotta em 1944, a esta cepa foi dado nome de Mochizuki. Em 1945, Sabin e Schlesinger

isolaram a Havaí, no mesmo ano foi identificado outro vírus em Nova Guiné, o que levou a concluir que as cepas apresentavam características antigênicas diferentes, desse modo passou-se a considerar que eram sorotipos do mesmo vírus. Às primeiras cepas foram chamadas sorotipo 1, já a cepa da nova Guiné foi chamada de sorotipo 2. No ano de 1956, com a ocorrência de epidemias de dengue hemorrágica no Sudoeste Asiático foram isolados os sorotipos 3 e 4 (BARRETO; TEIXEIRA, 2008).

Desde então, a dengue passou a ser constituída por quatro sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 (BARRETO; TEIXEIRA, 2008), pertencentes ao gênero *Flavivirus* e à família *Flaviviridae*. É um vírus RNA, de filamento único, envelopado (DIAS *et al.*, 2010).

2.4. Vetores e Ciclo de vida

Existem duas espécies de mosquitos do gênero *Aedes* com capacidade de transmitir a dengue além de outras arboviroses tais como chikungunya, Zika e febre amarela: *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (ZARA *et al.*, 2016).

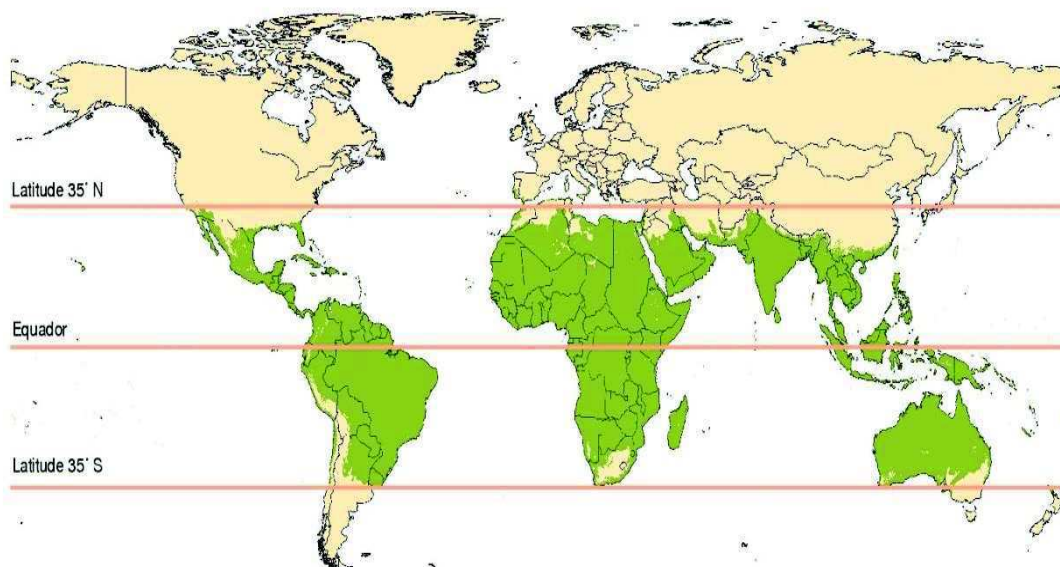
2.4.1. *Aedes aegypti*

O mosquito *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) é de origem africana, onde, podem ser encontradas populações tanto selvagens como domésticas. Espalhou-se pelo mundo devido ao processo migratório do homem (BRAGA; VALLE, 2007). Hoje encontra-se abundantemente espalhado pelas Américas, Ásia, Austrália e África (BRASIL, 2001).

Este mosquito encontra-se distribuído pelos quatro continentes. Na maioria dos casos é encontrado entre as latitudes 35° Norte e 35° Sul, correspondentes à isoterma de inverno de 10°C (figura 2). Esta espécie é encontrada normalmente em zonas inferiores aos 2.000 metros de altitude (BRAGA; VALLE, 2007).

O *Ae. aegypti*, principal vetor da dengue, é um mosquito de hábitos domésticos e diurnos, tem preferência em depositar seus ovos em reservatórios de água limpa, e seus ovos, têm uma alta capacidade de resistir à dessecação (CLARO *et al.*, 2004). Tem preferência por lugares úmidos e quentes, suas larvas se desenvolvem em lugares com capacidade de armazenar água, tais como: barris, garrafas, pneus usados, vasos de plantas, latas, potes, tanques de armazenamento de água, calhas de telhado, axilas de folhas, bambus cortados e outros (figura 3) (BRAGA; VALLE, 2007).

Figura 2 – Distribuição geografica do *Ae. Aegypti*.



Fonte: Organização mundial de saúde (2012)

Figura 3 - Criadouro de *Ae. aegypti*.

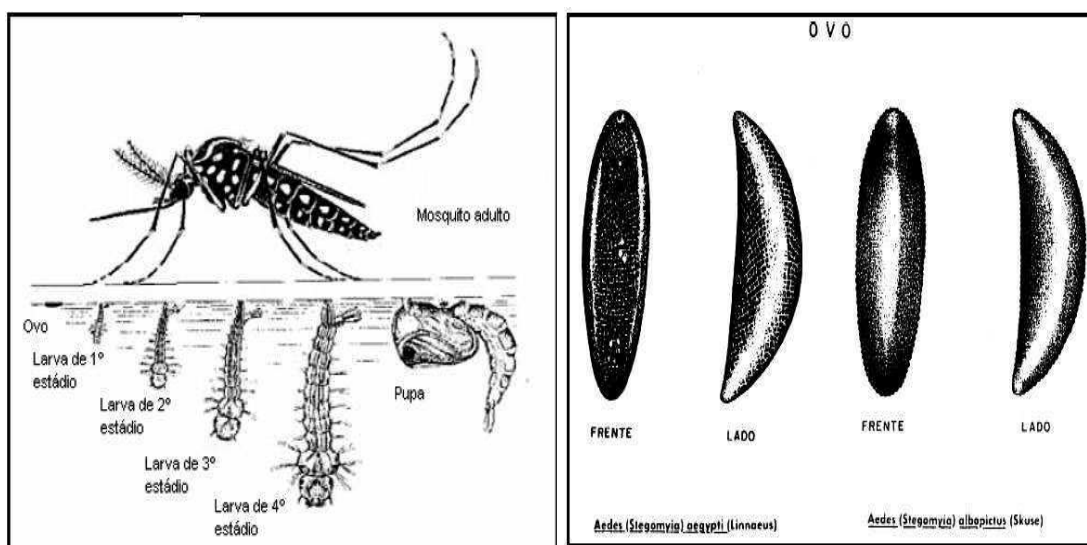


A espécie se desenvolve pelo processo de metamorfose completa, seu ciclo de vida apresenta quatro fases: ovo, larva (quatro estágios larvários), pupa e adulto. Os ovos do *Ae. aegypti* apresentam contorno alongado e fusiforme e medem aproximadamente 1mm de comprimento (FUNASA, 2001) (Figura 4).

Seu processo de fecundação ocorre durante a postura, o desenvolvimento completo do embrião se dá em 48 horas, em boas condições de umidade e temperatura. Após a maturação do embrião, os ovos tornam-se resistentes a ambientes secos por mais

de um ano. Já foi testemunhado ovos do mosquito *Ae. aegypti* eclodirem após 450 dias de dessecação, quando foram postos em água. A grande capacidade que essa espécie tem em resistir a longos períodos de dessecação torna-se um obstáculo na sua extinção (FUNASA, 2001).

Figura 4 – Ciclo de vida e ovo dos mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.



Fonte: FUNASA, 2001.

No ano de 2009, o *Ae. aegypti* foi encontrado em uma extensão que vai desde o Uruguai até o Sul do Estados Unidos, e foram detectados surtos relevantes em alguns países como Venezuela, Cuba, Brasil e Paraguai, correspondendo a 3,5 milhões de pessoas infectadas no mundo, com exceção, a Europa, Canadá e Chile (FERREIRA *et al.*, 2009).

Alguns relatos afirmam que esta espécie foi introduzida no Brasil, provavelmente na época colonial, entre os séculos XVI e XIX, com a comercialização de escravos (ZARA *et al.*, 2016). Já outros, dizem que a espécie é conhecida no Brasil desde o século XVII, com a seguinte trajetória histórica: em mil 1685, foi registrada no Brasil, em Recife, a primeira epidemia de febre amarela; em 1686 foi registrado na Baía a presença *Ae. aegypti*, ocasionando epidemias de febre amarela (25.000 doentes e 900 óbitos); em 1691 foi feita a primeira campanha sanitária no Estado de Recife (PE); nos anos de 1850 a 1899, o *Ae. aegypti* estendeu-se pelo Brasil, acompanhando a navegação marítima, o que ocasionou epidemias da doença em quase todas as províncias, desde o Amazonas até ao Rio Grande do Sul; em 1881, o médico cubano

Carlos Finlay comprovou que o *Ae. aegypti* é o transmissor da febre amarela; em 1909, a febre amarela é erradicada da capital federal (Rio de Janeiro); em 1955 foi eliminado o último foco *Ae. aegypti* no Brasil; em 1967 reaparição da espécie na cidade de Belém do Pará e outros 23 Municípios do Estado; em 1973 foi extinguido do Belém do Pará o último foco de *Ae. aegypti*. Sendo mais uma vez o mosquito considerado eliminado do território brasileiro; em 1999 Dos 5.507 Municípios brasileiros existentes, 3.535 estavam infestados. Destes, 1.946 Municípios em 23 Estados e o Distrito Federal apresentaram transmissão do dengue (FUNASA, 2001).

O *Ae. aegypti* é conhecido como sendo o principal vetor dos vírus da dengue e da febre amarela urbana no Brasil aparentemente desde o ano de 1970 (CAMARA, 2006).

Figura 5 – Distribuição do *Aedes aegypti*. Brasil, 2006.



Fonte: Ministério da saúde, Secretária de Vigilância em Saúde, Diretoria técnica de Gestão, Programa Nacional de Controle a Dengue.

2.4.2. *Aedes albopictus*

O *Ae. albopictus* (Skuse 1894), é uma espécie que tem origem das selvas do continente asiático, possui capacidade de suportar baixas temperaturas (ZARA *et al.*, 2016).

O *Ae. albopictus* é uma espécie selvagem com hábitos antropofílicos e zoofílicos diurnos e fora das residências. Seus hábitos alimentares podem estabelecer uma ligação entre os ciclos dos vírus do dengue nos macacos e no homem, foi apontado na Ásia, como sendo responsável por surtos epidêmicos de dengue clássica e hemorrágica (TEIXEIRA *et al.*, 1999). Na ausência do homem como fonte de alimentação, se alimenta de néctar e de sangue de animais silvestres (ZARA *et al.*, 2016).

Diferente do *Ae. aegypti*, o *Ae. albopictus* tem preferência pelo habitat natural da floresta, ou seja, habita em buracos nas árvores, axilas de folhas, internos de bambus e cascas de coco (BRAGA; VALLE, 2007), mas também pode ser encontrado em ambientes rurais e semi-silvestres (ZARA *et al.*, 2016). Assim como podemos observar na (figura 6).

Figura 6 - Criadouros de *Ae. albopictus*.



Espalhou-se pelas Américas devido ao comércio internacional de pneus por intermédio de transportes marítimos, foi encontrado inicialmente em 1985 nos Estados Unidos. No ano seguinte (em 1986), foi identificado pela primeira vez no Brasil (PANCETTI *et al.*, 2015), em 1.465 municípios distribuídos em 14 unidades federadas.

Hoje se encontra presente em seis países da América Central e do Sul, em países da África como Nigéria, em algumas Ilhas do Pacífico e no Sul da Europa (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

O Rio de Janeiro, foi o primeiro Estado Brasileiro a registrar o *Ae. albopictus* (ZARA et al., 2016). No mesmo ano a espécie foi encontrada nos Estados de Minas Gerais e de São Paulo e em 1987 no Estado do Espírito Santo (BRAGA; VALLE, 2007; ZARA et al., 2016).

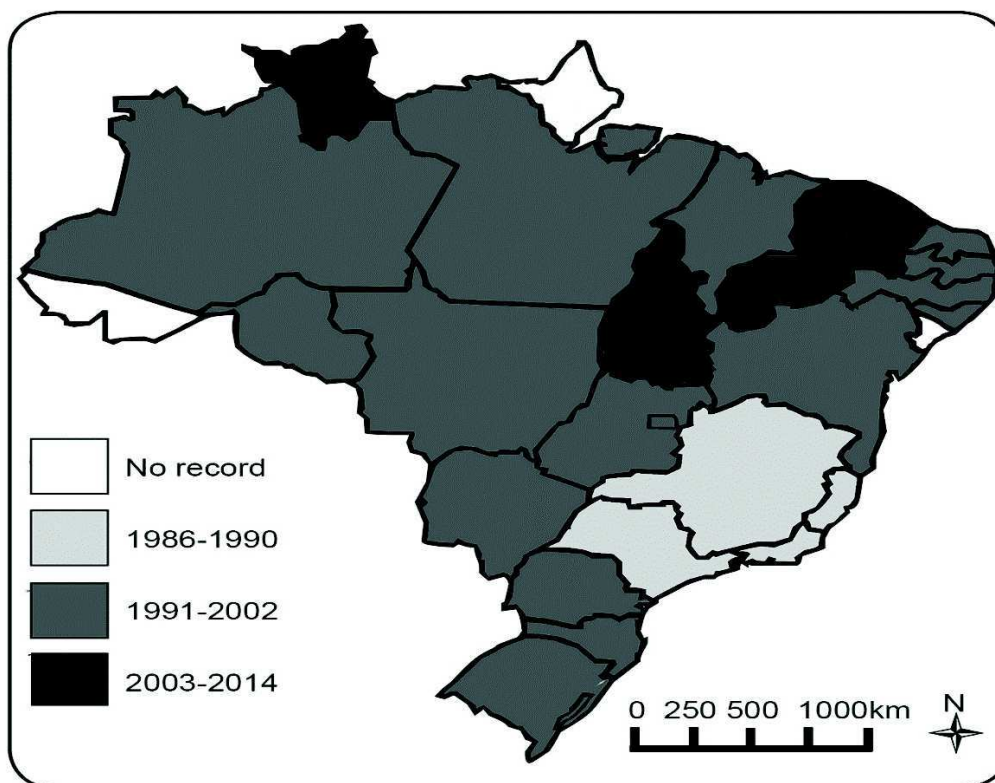
Na América foi detectado o *Ae. albopictus* naturalmente infetado pelo vírus da dengue pela primeira vez em 1995 na cidade do México. Onde, foram identificados em machos adultos os vírus DENV-1 e DENV-3. Nesta época o Brasil não registrou casos de dengue causada por esta espécie. A primeira população *Ae. albopictus* testada em laboratório no Brasil deixou claro a capacidade que a mesma tem de transmitir tanto a dengue, como febre amarela e o vírus da encefalite equina venezuelana (BRAGA; VALLE, 2007).

Em 2003, só sete Estados brasileiros ainda não tinham registrado infecções causadas pelo mosquito *Ae. albopictus*, o Brasil ainda não apontou esta espécie como sendo um vetor natural do vírus da dengue (CAMARA et al., 2006).

Em 2014, o *Ae. albopictus* foi encontrado em 3.285 municípios do Brasil, e ausente em quatro estados: Sergipe, Acre, Amapá e Roraima (ZARA et al., 2016).

As populações do *Ae. Albopictus* têm mostrado capacidade de transmitir tanto a dengue como outras arboviroses como: a febre amarela, Chikungunya, e várias encefalites (PANCETTI et al., 2015).

Figura 7 – Distribuição do *Ae. albopictus*. Brasil, 1986 a 2014.



Fonte: PANCETTI *et al.*, 2015.

2.4. Controle de vetores

O controle de vetores foi criado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), com objetivo de adotar metodologias mais eficazes a serem empregadas, de acordo com a realidade do local, se constitui de três etapas: definição do local, coleta das informações necessárias e a decisão sobre o momento e a forma de sua implantação (BRAGA; VALLE, 2007).

Os insetos são espécies de grande importância epidemiológica, por atuarem como vetores transmissores de doenças ao homem. Algumas atividades humanas ocasionam a proliferação de insetos, tais como: o desmatamento, monoculturas, criação intensiva de animais, superpopulação humana, condições inadequadas de saneamento básico, descarte inadequado do lixo, precárias condições de moradia, alimentação, vestuário e higiene. Nessas condições, tais espécies encontram um ambiente adequado para o seu desenvolvimento e proliferação, se tornando em pragas para a saúde pública, agricultura e pecuária (FINKLER *et al.*, 2012).

Com intenção de dar um fim a estas pragas, o homem teve que criar técnicas de controle de vetores tais como:

Controle químico

Este tipo de controle é usado desde o início do século XX, para o combate de insetos vetores de doenças ou pragas na agricultura, se baseava na utilização de inseticidas químicos. Primeiramente os produtos desenvolvidos eram fabricados a base de compostos arsênicos, organoclorados, organofosfatos, carbamatos e piretroides. Ao longo dos anos, o uso excessivo destes produtos foram causando sérios problemas a saúde humana, devido ao seu caráter tóxico. Os insetos têm adquirido resistências a estas substâncias, sendo necessário aumentar a dosagem por aplicação. Apresentam grande poder de ação sobre os predadores naturais, são substâncias de difícil degradação, acumulando-se nos ecossistemas. Os compostos afins e os DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) são produtos muito estáveis e se acumulam com facilidade no ambiente, decorrente da incapacidade de muitos organismos em aproveitar suas estruturas. Alguns insetos de importância na medicina e na agricultura têm desenvolvido resistência a estas substâncias diminuindo a sua eficiência (FINKLER *et al.*, 2011/2012), devido aos processos de variação genética e de seleção natural, implicando o aumento da dosagem destes produtos, originando graves problemas ao meio ambiente (FINKLER *et al.*, 2012).

Controle biológico

O controle biológico consiste em diminuir naturalmente as populações de mosquitos, por meio da predação, do parasitismo, da competição e de agentes patógenos que produzem enfermidades e toxinas. Atualmente têm sido desenvolvidas algumas pesquisas baseadas na utilização de algumas espécies predadoras (peixes larvófagos, copépodos), parasitas (nematoides) e patógenos (protozoários, Microsporídios, *Bacillus* produtores de toxinas, fungos e vírus). Hoje, existem alguns produtos comerciais à base de *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), com boa atividade contra larvas de *Aedes* e o *Bacillus sphaericus*, para larvas de *Anopheles* e *Culex*. Os *Bacillus* são eficazes contra larvas de várias espécies de culicídeos. Em várias partes do mundo têm sido usados peixes larvófagos no controle de doenças como: dengue, malária e outras doenças causadas por artrópodes (FUNASA, 2001). Peixes do gênero *Poeciliidae* e *Cyprinodontidae*. Muitos países têm usado com sucesso algumas dessas espécies tais

como: *Gambusia affinis* e o *Poecilia reticulata* (Guppy). O *Gambusia* é muito eficiente em água limpa, já o *Poecilia* (lebiste) tolera altas temperaturas e pode ser usado com sucesso em águas poluídas organicamente (MS-Brasil, 2001).

Os agentes do controle biológico chegam a ser mais caros e de difícil implantação em relação aos agentes químicos tradicionais (BOYCE *et al.*, 2013).

2.5.1. Primeiros registros do controle de vetores

As técnicas para controle de insetos são usadas desde os primórdios. Segundo registros, a China usa tais técnicas há mais de 2.000 anos, utilizadas para o controle biológico de pragas na agricultura. No final do século XIX, algumas espécies de artrópodes foram apontados como sendo responsáveis pela transmissão de muitas doenças de caráter importante para a saúde pública em geral. Nesta época não disponibilizavam vacinas nem medicamentos apropriados contra grande parte das doenças e o foco do controle era totalmente virado para o combate ao vetor. No início desta prática, os programas de controle se baseavam em medidas físicas, bem como na aplicação de óleos ou verde de Paris nos criadouros (BRAGA; VALLE, 2007).

Hoje, várias doenças como a febre amarela contam com vacinas eficazes, já a malária conta com medicamentos geralmente eficientes. O controle do vetor, ainda é relevante na prevenção de muitas doenças, tais como: a dengue, que faz parte de vários programas de saúde, como os orientados à prevenção e controle da malária e das leishmanioses. Em saúde pública o controle de vetor tem como papel prevenir a infecção mediante o bloqueio ou diminuição da transmissão, tendo como principais objetivos: manejar os problemas existentes, como surtos, epidemias, alta mortalidade e alta morbidade; prevenir epidemias ou a reintrodução de doenças e reduzir os fatores de risco ambiental da transmissão. E para que se alcancem esses objetivos, faz-se necessário levantar informações sobre o hospedeiro humano, a doença, o vetor e o ambiente; e dispor de várias alternativas dos recursos necessários, que se adequam à realidade local, permitindo sua realização de maneira integrada e rigorosa (BRAGA; VALLE, 2007).

O manejo integrado trata do planejamento unificado de controle, de acordo com as condições ambientais e a dinâmica populacional do vetor. O controle integrado de vetores se constitui dos seguintes componentes: vigilância, redução da fonte, controle

biológico, controle químico usando inseticidas e repelentes, armadilhas e manejo da resistência a inseticidas. O manejo ambiental serve-se de medidas com o propósito de eliminar o vetor ou seus focos, bem como, impedir o contato homem-vetor, eliminando criadouros, a drenagem e a instalação de telas em portas e janelas (BRAGA; VALLE, 2007).

Para além dos controles químicos e biológicos, existem ainda os controles ambiental e social. O controle ambiental se baseia em procurar medidas para acabar com os criadouros, a partir da transformação ou tratamento dos recipientes potenciais nas residências. O controle social, facilita tal controle diante às barreiras encontradas durante a execução das atividades, levado a população a encontrar meios para controlar os vetores. Controle químico se baseia no uso de produtos químicos para eliminar ou reduzir os vetores, são usados em situações de emergência devido sua eficácia na população de insetos. Atualmente este método só é utilizado na ausência de outra ferramenta de combate ao vetor, devido sua agressividade ao meio ambiente.

O controle biológico está relacionado com o uso de organismos vivos com a capacidade de disputar, extinguir ou parasitar as larvas ou formas aladas do vetor. Os programas de controle têm utilizado *Bacillus thuringiensis* H-14 (BTI) e peixes larvicidas das espécies *Gambusia affinis* e *Poecilia spp.* Também vêm sendo testados larvas de outros mosquitos (*Toxorhynchites*) e algumas pulgas de água (*Mesocyclops*; *Macrocylops*) (TEIXEIRA *et al.*, 1999; ZARA *et al.*, 2016).

2.5.2. Controle dos vetores da dengue no Brasil

O uso de inseticidas tem sido de grande importância na agricultura, uma vez que os insetos são os grandes responsáveis pelos fracassos constatados durante a produção de alimentos. Os inseticidas também têm sido usados na pecuária, em domicílios e em programas de saúde. O Brasil é o terceiro maior consumidor de praguicidas do mundo e o primeiro em toda América Latina. Em 2005, o uso de praguicida no Brasil alcançou um patamar de produção e comercialização de, aproximadamente, 400 mil toneladas. Devido à alta toxicidade e persistência no meio ambiente, o uso de alguns praguicidas foi proibido (SANTOS *et al.*, 2007).

Os inseticidas orgânicos e inorgânicos, vêm sendo um dos métodos mais utilizados para o controle de vetores em saúde pública. Os programas de controle de

doenças transmitidas por vetores fazem o uso de compostos orgânicos sintéticos pertencente aos grupos dos piretroides, carbamatos, organoclorados e organofosforados, com capacidade de atuar sobre o sistema nervoso dos insetos (BRAGA; VALLE, 2007).

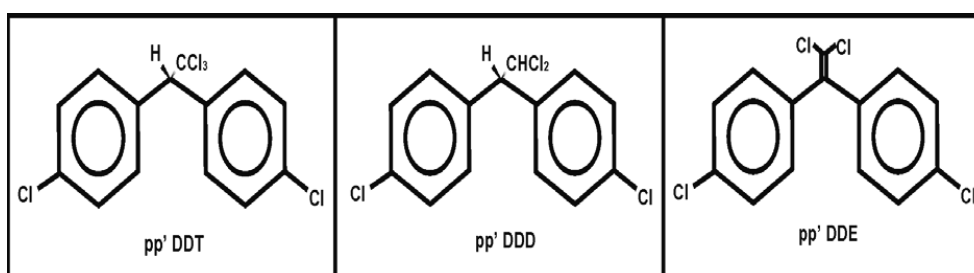
Os organoclorados

Os organoclorados são inseticidas constituídos por carbono, hidrogênio e cloro. São classificados em quatro grupos: difenil-alifáticos; hexaclorociclohexanos; ciclodienos; e policloroterpenos (BRAGA; VALLE, 2007).

São praguicidas sintéticos, usados amplamente em domicílios e na agricultura. Apresentam um papel importante no combate de organismo prejudiciais a saúde humana, foram desenvolvidos durante a segunda 2ª Guerra Mundial, para prevenir algumas doenças causadas por insetos, e também para controlar um número grande de espécies prejudiciais à lavoura. Em muitos países, assim como o Brasil, o uso de organoclorados foi proibido na agricultura, devido a sua duração no ambiente de (até 30 anos), seu acúmulo nas cadeias alimentares e o aumento da resistência dos insetos. O uso de organoclorados no Brasil, foi proibido desde 1985, na agricultura, sendo somente autorizada em campanhas de saúde públicas (SUCEN, 2000-2001; SANTOS *et al.*, 2007).

A figura 8 apresenta as fórmulas estruturais do DDT e seus metabólitos DDD e DDE. Já na figura 9 podemos observar a formula estrutural do hexaclorocicloexano.

Formula 8 – Fórmulas estruturais do DDT e seus metabólitos DDD e DDE



Fonte: Souza, 2003.

Figura 9 - Estrutura química do Hexaclorocicloexano.



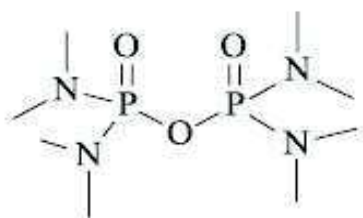
Fonte: Richardson, 1994.

Os organofosforados

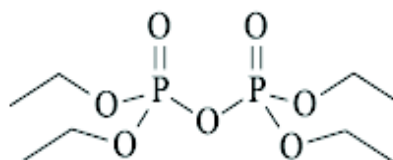
Foram desenvolvidos nas décadas de 40, os primeiros a substituírem o grupo dos organoclorados. Representam uma vasta gama de produtos agrícolas e sanitários, que vão desde os mais tóxicos aos menos tóxicos, usados, devido a sua eficiência. Os organofosforados são responsáveis por várias intoxicações e mortes no Brasil (SUCEN, 2000-2001).

Fazem parte dos OP (organofosforados) todos os inseticidas que contêm fósforo na sua estrutura (Figura 10), os inseticidas deste grupo são divididos em três subgrupos: os alifáticos, os derivados de fenil e os heterocíclicos. São muito usados em saúde pública pelo fato de serem biodegradáveis e não se acumularem nos tecidos. Apresentam instabilidade química, tornando obrigatório a sua renovação de tempo em tempo, e são mais tóxicos para os vertebrados que os organoclorados, mesmo que aplicados em pequenas quantidades (BRAGA; VALLE, 2007).

Figura 10 – Exmplo de alguns inseticidas organofosforados sintetizados.



Sharadan



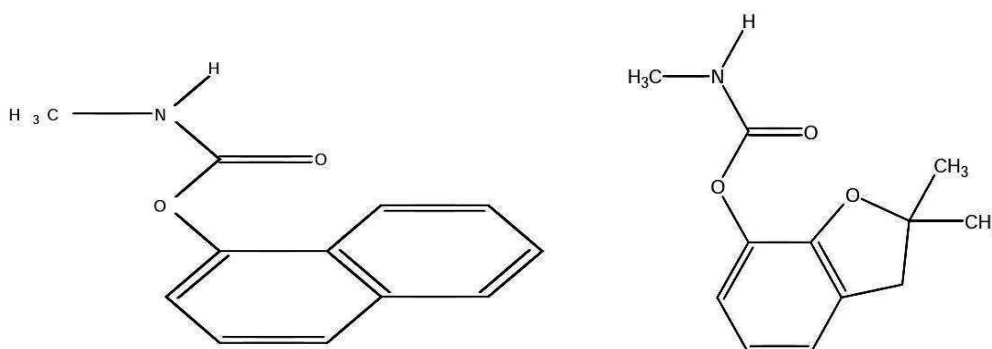
Tetraetilpirosfosfato (TEEP)

Fonte: dos SANTOS *et al.*, 2007.

Os carbamatos

São inseticidas derivados do ácido carbâmico, são compostos, que no geral apresentam instabilidade, seu comércio teve início em 1960 (Figura 11). A degradação dos carbamatos sofrem influência de muitos fatores, como a umidade, temperatura, luz e volatilidade. São compostos metabolizados por micro-organismos, plantas e animais ou degradados na água e no solo, especialmente em meio alcalino. Ocorre decomposição com a formação de amônia, amina, dióxido de carbono, fenol e álcoois. Possuem alta letalidade sobre os insetos, alguns carbamatos são fortes inibidores da aliesterase (uma esterase alifática, cuja função exata é desconhecida), apresentam seletividade pronunciada contra as Acetilcolinesterase (AChE) de certas espécies e a inibição da AChE pelos carbamatos é reversível (BRAGA; VALLE, 2007).

Figura 11 – Estrutura química de alguns carbamatos: Carbaril e Carbofurano



Carbaril

Carbofurano

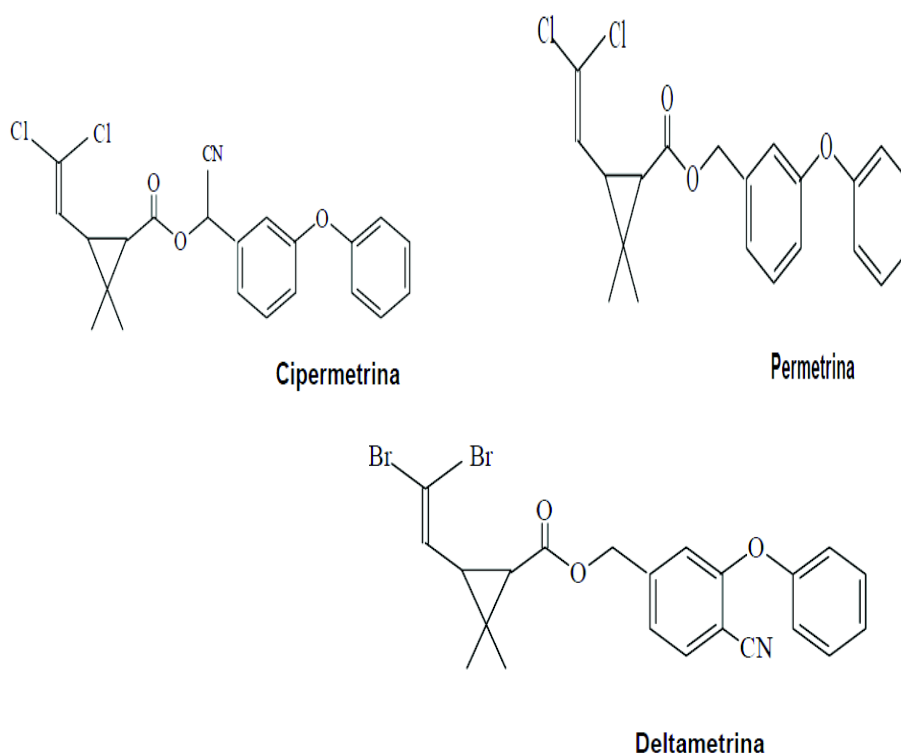
Fonte: KUSSUMI, 2007.

Os Piretróides

Piretróides são compostos orgânicos sintéticos derivados das piretrinas, ésteres tóxicos isolados das flores das espécies de *Chrysanthemum cinerariaefolium* e espécies relacionadas. Os piretróides sintéticos são usados na agricultura desde a época de 70, após uma mudança feita na estrutura das piretrinas, para mudar a estrutura química, com o objetivo de obter substâncias com maior estabilidade e potencial inseticida. Atuam no inseto com rapidez o levando a paralisia imediata e em seguida a morte, a esse efeito de choque dá-se o nome de “Knock down.” Devido suas vantagens, os piretróides tornaram-se um sucesso e começaram a ser utilizados para diversos fins. No meio ambiente, os piretróides são usados como modelo para o estudo da ecotoxicologia por

contaminarem o ar, a terra e a água provocando reações adversas que afetam desde uma bactéria até o homem. São substâncias tóxicas para os artrópodes aquáticos, abelhas e peixes. Apesar de serem moléculas pouco polares não se acumulam em tecidos animais. A deltametrina, permetrina e cipermetrina são exemplos de alguns piretroides usados para o controle de insetos na agricultura (Figura 12). Sendo a deltametrina o piretroides mais tóxico para os vertebrados (dos SANTOS *et al.*, 2007).

Figura 12 – Estrutura química dos piretróides: Cipermetrina, Permetrina e Deltametrina.



Fonte: dos SANTOS *et al.*, 2007.

2.5.3. Produtos naturais como alternativas ao controle de *Aedes spp* no Brasil

A resistência dos mosquitos a algumas substâncias químicas como: organoclorados, organofosforados e aos piretroides, obriga o uso de grandes quantidades de inseticidas sintéticos no controle dos mosquitos, resultando na contaminação progressiva do ecossistema e para a saúde do homem (SANTANA *et al.*, 2015).

Existe uma necessidade em se encontrar substâncias naturais na substituição de compostos sintéticos químicos. Os óleos essenciais, extraídos das plantas, têm sido

usados para desenvolver pesticidas ecológicos seguros para o homem e outros seres (SANTANA et al., 2015), Tabela 1.

Plantas e organismos hospedeiros de insetos e micro-organismos são reservas naturais de substâncias inseticidas e antimicrobianas, uma vez que tais substâncias são produzidas pelo vegetal como defesa patogênica. As plantas têm a capacidade de produzir e emitir muitos compostos voláteis como: ácidos, aldeídos e terpenos com o intuito de atrair polinizadores e protegerem de herbívoros. Para se defenderem de herbívoros os vegetais desenvolvem dois tipos de defesa, a direta e a indireta. A defesa direta envolve substâncias como: sílica, metabólicos secundários, enzimas e proteínas, e órgãos tricomas e espinhos diretamente o desempenho do inseto. Já a defesa indireta envolve substâncias lançadas pela planta, para atraírem parasitas e predadores do inseto fitófago (SIMAS et al., 2004).

Óleos essenciais de algumas plantas brasileiras com atividade larvicida como: *Ocimum americanum*, *Ocimum gratissimum*, *Croton zehntneri*, incluindo espécies de *Piper* estão sendo testadas como larvicidas contra o *Ae. aegypti* (SANTANA et al., 2015), figura 13.

Os óleos essenciais são substâncias naturais voláteis encontradas em várias plantas. Esses óleos são puros, mas são extraídos das plantas através de processos químicos de vários compostos (GOVINDARAJAN et al., 2013).

Tabela 1 - Extratos e óleos de plantas usadas no controle de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

Planta utilizada	Produto utilizado	Mosquito-alvo	Referência
<i>Myroxylon balsamum</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	SIMAS et al., 2004
<i>Cymbopogon citratus</i>	Óleo essencil	<i>Aedes aegypti</i>	MACIEL et al., 2010
<i>Ocimum gratissimum</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	MACIEL et al., 2010
<i>Menta piperita</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	MACIEL et al., 2010
<i>Kielmeyra caribaea</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	COELHO et al., 2009
<i>Talauma ovata</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	COELHO et al., 2009
<i>Aspidosperma tomentosa</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	COELHO et al., 2009
<i>Candylocarpon isthmicum</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	COELHO et al., 2009
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	COELHO et al., 2009

<i>Shinus terebinthifolius</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	COELHO <i>et al.</i> , 2009
<i>Cymbopogon nardus</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BUENO; ANDRADE, 2010
<i>Cymbopogon citratus</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BUENO; ANDRADE, 2010
<i>Ruta graveolens</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BUENO; ANDRADE, 2010
<i>Eucalyptus globulus Labill</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BUENO; ANDRADE, 2010
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BUENO; ANDRADE, 2010
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BUENO; ANDRADE, 2010
<i>Carapa guianensis Aubl</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BUENO; ANDRADE, 2010
<i>Mentha pulegium</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BUENO; ANDRADE, 2010
<i>Hymenaea stigonorcapa</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	SILVA <i>et al.</i> , 2015
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	SILVA <i>et al.</i> , 2015
<i>Bowdichia virgilioides</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	SILVA <i>et al.</i> , 2015
<i>Eucalyptus globules</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	NASIR <i>et al.</i> , 2015
<i>Azadirachta indica</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	NASIR <i>et al.</i> , 2015
<i>Mentha piperita</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	NASIR <i>et al.</i> , 2015
<i>Ocimum basilicum</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	NASIR <i>et al.</i> , 2015
<i>Zingiber officinale</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	NASIR <i>et al.</i> , 2015
<i>Azadirachta indica</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	BENELLI <i>et al.</i> , 2015
<i>Allium macrostem</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	LIU <i>et al.</i> , 2014
<i>Tetradium glabrifolium</i>	Óleo essencial	<i>Aedes albopictus</i>	LIU <i>et al.</i> , 2015
<i>Clausena anisata</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	MUKANDIWA <i>et al.</i> , 2015
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	PRATTI <i>et al.</i> , 2015
<i>Piper marginatum</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	SANTANA <i>et al.</i> , 2015
<i>Piper arboreto</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	SANTANA <i>et al.</i> , 2015
<i>Piper aduncum</i>	Óleo essencial	<i>Aedes aegypti</i>	SANTANA <i>et al.</i> , 2015
<i>Canistrocarpus cervicornis</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	BIANCO <i>et al.</i> , 2013
<i>Laurencia dendroidea</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	BIANCO <i>et al.</i> , 2013
<i>Hypnea musciformis</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	BIANCO <i>et al.</i> , 2013
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Extrato	<i>Aedes aegypti</i>	BIANCO <i>et al.</i> , 2013

Figura 13 - Imagens de algumas plantas usadas no controle de vetores da dengue.



Myroxylon balsamum



Cymbopogon citratus



Ocimum gratissimum



Menta piperita



Kielmeyra caribaea



Talauma ovata

Referências Bibliográficas

- TEIXEIRA, M. D. G; BARRETO, M. L; GUERRA, Z. Epidemiologia e Medidas de Prevenção do Dengue. **IESUS**, Salvador, v. 8, n. 4, p. 7-17, out./dez. 1999.
- BRASIL. Dengue instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas. **FUNASA**, Brasília, ed. 3, p. 23-57, abril. 2001.
- CLARO, L. B. L; TAMASSINI, H. C. B; ROSA, M. L. G. Prevenção e controle do dengue: uma revisão de estudos sobre conhecimentos, crenças e práticas da população. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n.6, p.1-2, nov/dez, 2004.
- BRAGA, I. A; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v.16, n.2, p. 114-283, jun. 2007.
- BRAGA, I. A; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v.16, n.4, p. 280-285, jun. 2007.
- ZARA, A. L. S. A. *et al.* *Aedes aegypti* control strategies: a review. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 392, abr/jun. 2016.
- BARRETO, M. L; TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. **Estudos Avançados**, v. 22. p. 55-64, 2008.
- DIAS, L. B. A. *et al.* Dengue: transmissão, aspectos clínicos línicos, diagnóstico e tratamento. **Simpósio: Condutas em enfermaria de clínica médica de hospital de média complexidade - Parte 1, Capítulo VI**, Ribeirão Preto – SP, v. 43, n. 2, p. 144, 2010.
- FINKLER, C. L. L. Controle de insetos: uma breve revisão. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 8, n. 9, p.170, 2012.
- SANTOS, V. M. R; DONNICI, C. L; Da COSTA, J. B. N; CAXEIRO, J. M. R. Compostos organofosforado pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p.164, 2007.
- SANTANA, H. T. *et al.* Essential oils of leaves of Piper species display larvicidal activity against the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Rev. Bras. Pl. Med**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 106, 2015.

- FERREIRA, B. J. *et al.* Evolução histórica dos programas de prevenção e controle da dengue no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Campinas SP, v.14. n.3, p. 962, 2009.
- LENZI, M. F; COURA, L. C. Prevenção da dengue: a informação em foco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v. 37, n.4, p. 343-344, jul/ago. 2004.
- MACIAL, I. J; JÚNIOR, J. B. S; MARTELLI, C. M. T. Epidemiologia e desafio no controle do dengue. **Revista de Patologia Tropical**, Goiás, v. 37, n. 2, p. 111, maio/jun. 2008.
- MISTERIO DA SAÚDE. Dengue: orientações Técnicas para Pessoal de Campo. **DIVE**, Santa Catarina, p. 45, Ago. 2007.
- CAMARA, T. N. L; HONÓRIO, N. A; OIVEIRA, R.L. Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p. 2079, out. 2006.
- PANCETTI, F. G. M. *et al.* Twenty-eight years of *Aedes albopictus* in Brazil: a rationale to maintain active entomological and epidemiological surveillance. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 48, n.1, p. 87, Jan/Feb, 2015.
- BOYCE, R. *et al.* *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) for the control of dengue vectors: systematic literature review. **Tropical Medicine and International Health**, v. 18, n. 5, p. 565, may. 2013.
- SANTOS, M. A. T; AREAS, M. A; REYS, F. G. R. Piretróides – uma visão geral. **Alim. Nutr**, Campinas – SP, v. 18, n. 3, p. 339-340, jul/set. 2007.
- KUSSUMI, T. A. **Desenvolvimento de método multirresíduo para a determinação de esticidas benzimidazóis, carbomatos e terezinas em milho por cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem e sua certificação.** 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nuclear. Autoarquia Associada à Universidade de São Paulo, 2007.
- SIMAS, N. K. *et al.* Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue – atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Quimica. Nova**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 46, 2004.
- GOVINDARAJAN, M. *et al.* Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Ocimum basilicum* (L.) against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus* and *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae). **Elsevier**, India, v. 134, p. 7, February. 2013.

- MACIEL, M. V. *et al.* Extratos vegetais usados no controle de dípteros vetores de zoonoses. **Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu**, Fortaleza, v.12, n.1, p.108, 2010.
- COELHO, A. A. M. *et al.* Extratos Vegetais: Atividade Larvicida de Extratos Vegetais sobre *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae), em Condições de Laboratório. **BioAssay**, Brasília, v.4, n. 3, p. 1-3, 2009.
- BUENO, V. S; ANDRADE, C. F. S. Avaliação preliminar de óleos essenciais de plantas como repelentes para *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae). **Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu**, Brasil, v. 12, n. 2, p. 216, 2010.
- SILVA, P. C. B. *et al.* Extract of *Bowdichia virgilioides* and maackiain as larvicidal agente against *Aedes aegypti* mosquito. **Elsevier**, Pernanbuco, p. 160, mar. 2015.
- LIU, X. C. *et al.* Larvicidal activity of the essential oil from *Tetradium glabrifolium* fruits and its constituents against *Aedes albopictus*. **Society of Chemical Industry**, v. 71, jan. 2015.
- SILVA, S. S. *et al.* A Dengue no Brasil e as Políticas de Combate ao *Aedes aegypti*: Da Tentativa de Erradicação ás Políticas de Controle. **HYGEIA**, p. 164, 2008.
- NASIR, S. *et al.* Bioactivity of Oils from Medicinal Plants against Immature Stages of Dengue Mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Int. J. Agric. Biol**, v.17, n. 4, p. 1-2, 2015.
- BENELI, G. *et al.* Larvicidal and ovideterrent properties of neem oil and fractions against the filariasis vector *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): a bioactivity survey across production sites. **Parasitol Res**, p. 227, oct. 2015.
- LIU, X. C. *et al.* Evaluation of larvicidal activity of the essential oil of *Allium macrostemon* Bunge and its selected major constituent compounds against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Parasites & Vectors**, v. 7, 2014.
- MUKANDIWA, L; ELOFF, J. N; NAIDOO, V. Larvicidal activity of leaf extracts and seselin from *Clausena anisata* (Rutaceae) against *Aedes aegypti*. **Elsevier**, South African, jun. 2015.
- PRATTI, D. L. A. *et al.* Mechanistic basis for morphological damage induced by essential oil from Brazilian pepper tree, *Schinus terebinthifolia*, on larvae of *Stegomyia aegypti*, the dengue vector. **Parasites & Vectors**, 2015.
- BIANCO, E. M. *et al.* Larvicidal activity of seaweeds from northeastern Brazil and of a halogenated sesquiterpene against the dengue mosquito (*Aedes aegypti*). **Elsevier**, Pernambuco-Recife, v. 43, p. 270, 2013.

- OLIVEIRA, J. C; LIMA, S. C. Mobilização comunitária e vigilância em saúde no controle dos Aedes e prevenção do dengue no distrito de Martinésia, Uberlândia (MG). **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 2, n. 1, p.124, fev. 2012.