

Aedes albopictus no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue

Victor E Pessoa M¹, David Aurélio Silveira², Izabel L Cavalcante R³, Maria Izabel Florindo G²

¹Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará, Brasil. E-mail: victormartins@unilab.edu.br

²Universidade Estadual do Ceará (UECE), Laboratório de Bioquímica Humana; Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: professordavidasilveira@gmail.com

³Laboratório Central de Saúde Pública do Estado do Ceará (LACEN-CE); Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: izabel.leticia@lacen.ce.gov.br

Resumo

PESSOA M VE, SILVEIRA DA, CAVALCANTE IL, FLORINDO MI. 2013. *Aedes albopictus* no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. ENTOMOTROPICA 28(2): 75-86.

A presença do *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) no Brasil representa risco potencial de transmissão do vírus dengue. A ocorrência de suas formas imaturas com as de outras espécies de culicídeos domésticos nos mesmos criadouros, associada às diversas fontes de repasto sanguíneo disponíveis nos ambientes urbano e silvestre, revelam o seu gradual estabelecimento no espaço intradomiciliar e a sua potencial participação na transmissão de patógenos zoonóticos para o homem. A capacidade que seus ovos têm de permanecerem viáveis na natureza por longos períodos de diapausa, juntamente com sua habilidade de transmitir o vírus dengue à sua progênie por via transovariana, tem suscitado a necessidade de expandir as estratégias de controle vetorial para *Ae. albopictus* nos programas de controle da dengue no país.

Palavras chave adicionais: *Aedes albopictus*, dengue, ecologia.

Abstract

PESSOA M VE, SILVEIRA DA, CAVALCANTE IL, FLORINDO MI. 2013. *Aedes albopictus* in Brazil: ecological aspects and risks of transmission of dengue fever. ENTOMOTROPICA 28(2): 75-86.

The presence of *Aedes albopictus* in Brazil represents the potential risk of transmission of dengue virus. The occurrence of their larvae and pupae breeding in the same containers with others domestic mosquitoes species, associated with several sources of blood meal available in urban and wild environments, reveal its gradual establishment in the indoor of households and its potential involvement in the transmission of zoonotic pathogens to humans. The ability that their eggs may to remain viable in nature for long periods of diapause and the occurrence of transovarial transmission of dengue virus has raised the need to expand the strategies directed toward combating *Ae. albopictus* in the Dengue Control Programs in the country.

Additional key words: *Aedes albopictus*, dengue, ecology.

Introdução

Aedes (Stegomyia) albopictus (Skuse, 1894) é um culicídeo zoofílico nativo das florestas do sudeste asiático, que, nas três últimas décadas,

se expandiu e se estabeleceu em muitos países americanos (abrangendo uma região que se estende desde os Estados Unidos à Argentina),

na África Central (Nigéria, Camarões, Guiné Equatorial e Gabão), na Europa (Albânia, Bósnia-Herzegovina, Croácia, Grécia, França, Itália, Montenegro, Holanda, Sérvia, Eslovênia, Espanha e Suíça), em ilhas nos oceanos Pacífico e Índico e no continente australiano (Rai 1991, Knudsen 1995, Gratz 2004, Benedict et al. 2007, Paupy et al. 2009). Essa rápida disseminação pelo mundo deveu-se, sobretudo, ao transporte passivo de seus ovos, facilitado pelos deslocamentos de contingentes humanos e mercadorias, especialmente de pneus usados, associada à habilidade com que seus ovos têm de entrar em diapausa, permanecendo viáveis por longos períodos em ambientes quase completamente secos e com baixas temperaturas (Hawley et al. 1987, Reiter 1998, Ramasamy et al. 2011).

Originalmente habitando áreas suburbanas e rurais, larvas e pupas do *Ae. albopictus* foram encontradas colonizando uma grande diversidade de criadouros naturais e artificiais (Hawley 1988). Seu ecletismo em frequentar tipos distintos de criadouros no ambiente urbano, tem proporcionado a sua rápida adaptação ao ambiente peridoméstico. Tal fato aumenta os riscos de transmissão do vírus dengue às populações humanas (Mitchel 1995), tendo em vista sua reconhecida atuação como vetor secundário desse vírus no sudeste asiático, no oeste do Pacífico e nas Américas Central e do Sul, além de ter sido incriminado como único vetor em epidemias de dengue ocorridas em Bangladesh e no Havaí (Ali et al. 2003, Effler et al. 2002).

Neste artigo, elencamos pontos relevantes acerca da biologia e ecologia do *Ae. albopictus* que têm contribuído para a sua expansão no Brasil, bem como a sua importância no contexto da saúde pública nacional como potencial vetor do vírus dengue e de outros arbovírus que circulam no país.

Aspectos ecológicos do *Ae. albopictus* no Brasil

Distribuição e tipos de criadouros preferencialmente frequentados

No Brasil, *Ae. albopictus* foi registrado pela primeira vez em 1986, no estado do Rio de Janeiro (Forattini 1986). No mesmo ano, já se encontrava nos estados de São Paulo e Minas Gerais e, no ano seguinte, foi registrada sua presença no Espírito Santo. Assim, em apenas um ano, *Ae. albopictus* já se encontrava instalado em todos os estados da região sudeste. Especulase que sua entrada em território brasileiro deveu-se ao comércio de minério de ferro com o Japão (Lourenço-de-Oliveira 1994), o que sustenta a proximidade genética observada entre os espécimes circulantes no Brasil e no Japão (Kambhampati et al. 1991). Desde então, tem-se observado sua crescente e acelerada expansão pelo país, sendo atualmente apenas quatro os estados brasileiros que ainda não registraram a sua presença: Acre, Amapá, Piauí e Sergipe (Balestra et al. 2008, Aguiar et al. 2008) (Figura 1).

De uma maneira geral, aceita-se a teoria de que *Ae. albopictus* foi essencialmente uma espécie selvagem que procriava e alimentava-se nas margens das florestas, passando a adaptar-se ao peridomicílio e ao intradomicílio dos imóveis nos diversos espaços urbanos e suburbanos de sua distribuição, conforme registros feitos por Gomes et al. (2005) em pesquisa realizada em zona urbana da cidade de Cosmópolis, estado de São Paulo, onde foram realizadas capturas de fêmeas de *Ae. aegypti* (18 no intradomicílio e 36 no peridomicílio) e *Ae. albopictus* (15 no intradomicílio e 162 no peridomicílio) em diferentes períodos do dia. Apesar dessa gradativa urbanização do *Ae. albopictus*, este frequenta preferencialmente o peridomicílio dos imóveis, ao contrário do que se observa com o *Ae. aegypti*, predominante no intradomicílio, conforme revelaram Lima-Camara et al. (2006) a partir de pesquisa realizada no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, onde foram

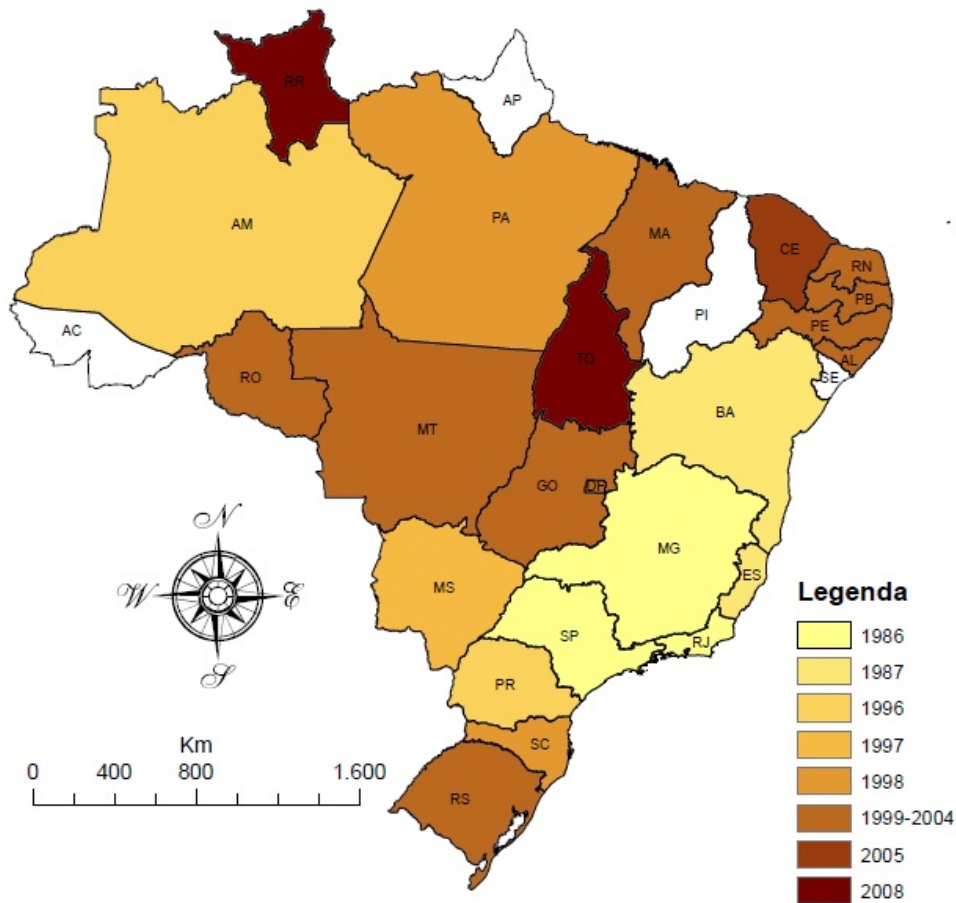


Figura 1. Registros da presença de *Aedes albopictus* no Brasil (1986-2013).

realizadas capturas de adultos de *Ae. aegypti* (2 218 no intradomicílio e 643 no peridomicílio) e *Ae. albopictus* (83 no intradomicílio e 781 no peridomicílio) em imóveis localizados em bairros com diferentes níveis de urbanização. Os mesmos autores também observaram que a alteração antrópica no ambiente e o grau de cobertura vegetal parecem influenciar na distribuição e na frequência do *Ae. albopictus*, resultando em índices de infestação mais elevados em áreas suburbanas. Em Manaus, Ríos-Velasquez et al. (2007), através de estudo realizado em diferentes bairros com padrões distintos de urbanização, observaram que *Ae. albopictus* era mais abundante em bairros com maior cobertura vegetal, muito embora também tenha sido detectada sua presença em áreas totalmente urbanizadas, conforme também

observaram Martins et al. (2010), em estudo realizado na cidade de Fortaleza, onde o *Ae. albopictus* foi encontrado em 70,7 % de seus bairros.

Maciel-de-Freitas et al. (2006) observaram que fêmeas de *Ae. albopictus* podem se dispersar em direção a ambientes modificados pelo homem, estabelecendo-se, sobretudo, no ambiente peridomiciliar, após percorrem uma distância média de 1 000 m em 7 dias, partindo de florestas secundárias. Entretanto, um período cinco vezes maior foi gasto quando as fêmeas percorreram o sentido oposto, observando-se também que poucas eram aquelas que faziam este percurso, fato que corrobora os resultados obtidos por Marques e Forattini (2005), em estudo com bromélias de solo, conduzido em Ilhabela, litoral

do estado de São Paulo. Essa permanência no ambiente peridoméstico pode estar relacionada à baixa disponibilidade de sítios de oviposição e de fontes sanguíneas para o repasto em áreas silvestres modificadas pelo homem (Begon et al. 1998).

As formas imaturas e adulta do *Ae. albopictus*, bastante similares às do *Ae. aegypti* em muitos aspectos morfológicos (Figura 2), apresentam-se bastante ecléticas no que diz respeito à capacidade de desenvolverem-se e procriarem em diferentes tipos de criadouros, tanto naturais quanto artificiais, preferencialmente situados em locais sombreados ou parcialmente sombreados (Neves e Silva 1989). Tais criadouros, normalmente localizados em alturas inferiores a 1 m do solo e com volume que varia desde 100 mL até 8 000 L, podem acumular água limpa ou com pouca matéria orgânica em decomposição (Martins et al. 2010, Honório e Lourenço-de-Oliveira 2001), podendo ainda apresentar níveis variados de salinidade (Weaver e Reisen 2010). Os criadouros naturais preferencialmente frequentados são as bromélias, ocos de árvores, axilas de folhas, cascas de frutas e internódios de bambus (Gomes e Marques 1988), enquanto os artificiais incluem uma série de recipientes produzidos pela ação antrópica, os quais incluem tanques, calhas, jarros decorativos, pneus descartados, sucatas de veículos e de eletrodomésticos, entulhos da construção civil, vasos de cemitérios e recipientes plásticos (Forattini et al. 1998, Honório e Lourenço-de-Oliveira 2001). Na região de São José do Rio Preto, Chiaravalloti-Neto et al. (1996) observaram um maior grau de associação entre *Ae. albopictus* e os materiais descartados pelo homem, mostrando que a grande oferta destes e o seu descarte quase sempre inadequado, aliado à característica deste culicídeo de distribuir seus ovos entre vários depósitos, faz com que ele se disperse facilmente.

Coexistência com outras espécies de culicídeo

Como resultado da expansão industrial, *Ae. albopictus* gradualmente vem ocupando posição de destaque no ambiente urbano das grandes cidades, ao lado do *Ae. aegypti*. Apesar do predomínio deste culicídeo em áreas urbanas densamente povoadas (Christophers 1960), larvas de *Ae. albopictus* têm sido frequentemente encontradas desenvolvendo-se nos mesmos criadouros que as larvas de *Ae. aegypti* (Braks et al. 2003). Nestes criadouros, as taxas de desenvolvimento de ambas as espécies sofrem variações, de acordo com a densidade de indivíduos e com o tipo e a oferta de alimento (Barrera 1996).

Observou-se também a coexistência de formas imaturas de *Ae. albopictus*, *Ae. terreus*, *Anopheles strodei*, *Culex quinquefasciatus* e *Cx. declarator* desenvolvendo-se nos mesmos criadouros (Gomes e Marques 1988, Chiaravalloti-Neto et al. 1996, Gomes et al. 1992).

Honório e Lourenço-de-Oliveira (2001) e Forattini et al. (1998) observaram que, quando *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* coexistem nos mesmos criadouros, há uma tendência ao aumento de *Ae. albopictus*, tanto em áreas urbanas quanto em zonas rurais, embora nestas *Ae. albopictus* substitua ou desloque *Ae. aegypti*. Por outro lado, em áreas infestadas por *Ae. albopictus* no sudeste asiático, quando houve introdução e expansão geográfica de *Ae. aegypti*, verificou-se o contrário (Chan et al. 1971). Tal comportamento sugere a existência de uma competição entre essas espécies por recursos do meio, obrigando-as, neste caso, a elaborar novas estratégias de adaptação, com fins de minimizar os efeitos dessa provável competição.

Fontes animais para o repasto sanguíneo

Ae. albopictus tem sido caracterizado como uma espécie oportunista que realiza seu repasto sanguíneo preferencialmente em hospedeiros mamíferos, tais como bovinos, cães e humanos (Sullivan et al. 1971), ao mesmo tempo em

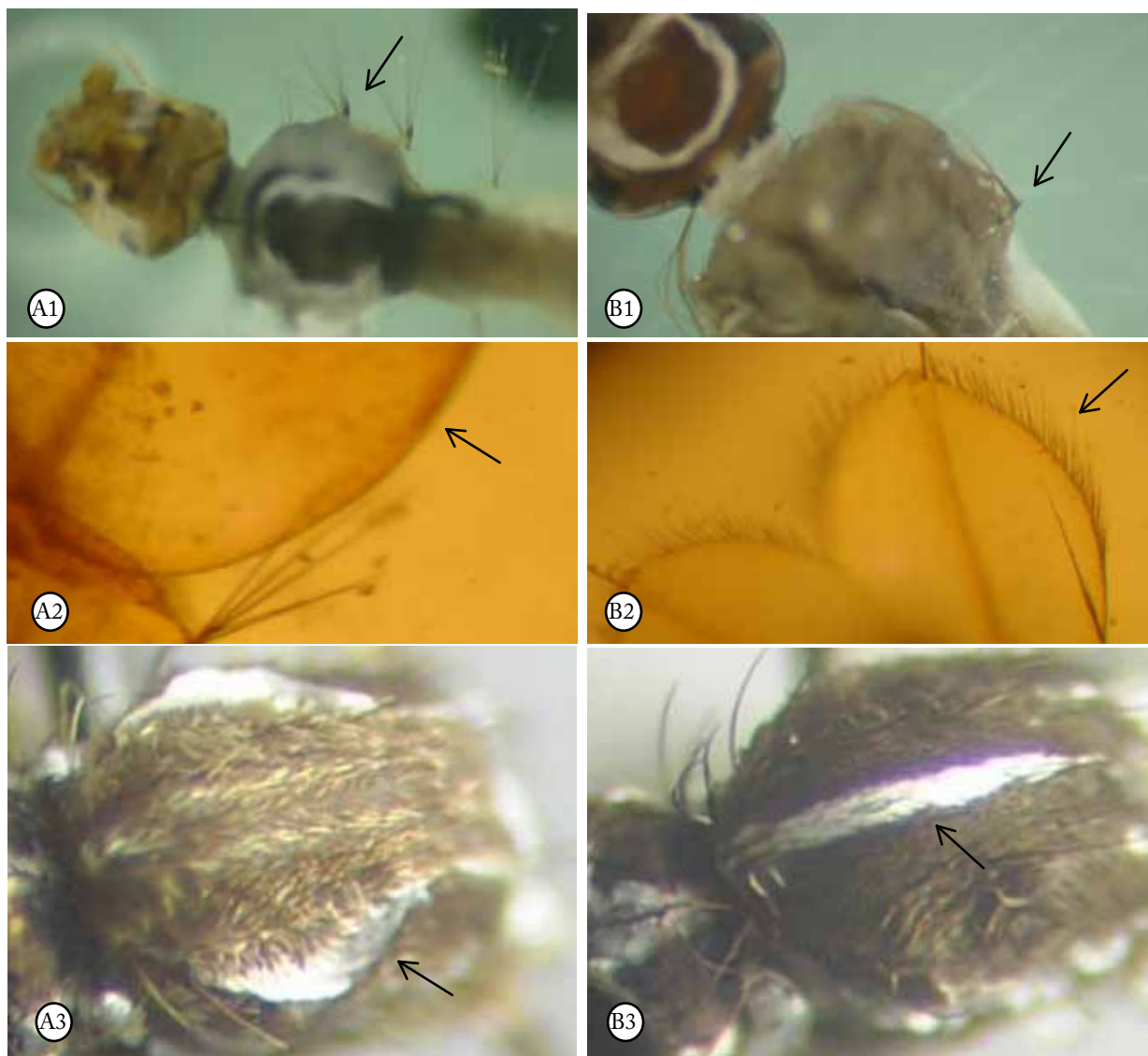


Figura 2. Diferenças morfológicas de larvas, pupas e adultos de *Aedes aegypti* (A) e *Aedes albopictus* (B). A1: espículas laterotorácicas (bastante desenvolvidas), B1: espículas laterotorácicas (pouco desenvolvidas); A2: palhetas natatórias de pupas (ausência de cílios), B2: palhetas natatórias de pupas (presença de cílios); A3: mesonoto com escamas brancas em forma de lira, B3: mesonoto com escamas brancas com apenas uma faixa longitudinal presente.

que as fêmeas também podem fazê-lo em répteis, aves e anfíbios (Scholte e Schaffner 2007). Tal plasticidade alimentar, a qual varia de acordo com a origem geográfica de suas populações, maximiza a sua fecundidade e a sua sobrevivência, elevando os riscos de propagação de patógenos zoonóticos do ambiente selvagem ou de animais domésticos para o homem (Gubler 2003, Dellate et al. 2010).

Análises de amostras sanguíneas provenientes de mosquitos coletados em campo e provenientes de experimentos de escolha de hospedeiros para o repasto revelaram que, quando dispõe de oportunidade, *Ae. albopictus* prefere picar humanos em detrimento de outros animais (Valerio et al. 2010). Em estudo realizado por Kamgang et al. (2012), em Yaoundé, Camarões, observou-se que 93,5 % dos espécimes de *Ae. albopictus* capturados apresentaram traços de

sangue humano em seus intestinos, sugerindo uma preferência por este tipo de hospedeiro, corroborando as observações feitas na Tailândia (Ponlawat e Harrington 2005), nos Estados Unidos (Richards et al. 2006), na Itália (Valerio et al. 2010), e em La Réunion (Dellate et al. 2010).

Além da preferência por determinados hospedeiros, a intensidade do contato humano-mosquito e, portanto, o risco de transmissão de patógenos, é modulada pelos períodos em que ocorrem as investidas de repasto. As fêmeas de *Ae. albopictus* geralmente realizam seus repastos durante o dia (de 7:00 h às 18:00 h, com pico entre às 14:00 h e 15:00 h) e no peridomicílio (Paupy et al. 2009). Ademais, em estudo realizado na Malásia, observou-se que *Ae. albopictus* exibiu uma elevada atividade hematofágica no período da noite, quando comparado com o *Ae. Aegypti*, revelando um curto tempo de repasto e um maior sucesso em obter a alimentação sanguínea. Tal período é considerado o de maior vulnerabilidade dos indivíduos em relação à resposta de defesa ao repasto do mosquito (Dieng et al. 2010).

Competência vetorial de patógenos silvestres e urbanos

Nas últimas três décadas, o ambiente urbano cada vez mais tem oferecido condições para a instalação e permanência do *Ae. albopictus*, no qual, inclusive, é possível observar uma forte tendência de sobreposição de nichos em relação ao *Ae. aegypti* (Martins et al. 2010). A gradual aquisição de comportamento doméstico intradomiciliar tende a modificar o padrão da atividade hematofágica do *Ae. albopictus*, considerada predominantemente oportunista. Com isso, pode-se elevar os riscos de transmissão de doenças às populações humanas (Dieng et al. 2010), tendo em vista a sua competência em infectar-se e transmitir, sob condições laboratoriais, 22 tipos distintos de arbovírus (Rosen et al. 1985, Moore e Mitchel 1997) (Tabela 1), bem como outros patógenos,

tais como a *Dirofilaria immitis* (Gratz 2004) e *D. repens* (Cancrini et al. 2003).

Muito embora *Ae. albopictus* seja considerado um vetor menos eficiente do vírus dengue em episódios epidêmicos, quando comparado com *Ae. aegypti* (Lambrechts et al. 2010), observou-se sua participação na transmissão dos 4 sorotipos do dengue em epidemias ocorridas no Japão e em Taiwan, durante a segunda grande guerra (Hotta 1998), nas ilhas Seychelles e La Réunion (1977) (Metselaar et al. 1908, Paupy et al. 2001), na China (1978) (Qiu et al. 1993) e em Macao e no Havá (2001) (Almeida et al. 2005, Effler et al. 2002), bem como sua reconhecida atuação como vetor do vírus Chikungunya em epidemias ocorridas na África Central (2007) e na Itália (2008) (Pages et al. 2009, Bonilauri et al. 2008). No Brasil, em virtude dos escassos relatos de pesquisas conduzidas em campo direcionadas ao *Ae. albopictus*, é possível que sua participação como vetor do vírus dengue tenha sido negligenciada (Degallier et al. 2003).

Nos últimos anos, entretanto, tem-se observado uma significativa antropofilia do *Ae. albopictus*, que, combinada com sua habilidade de transitar pelos ambientes urbano e periurbano, fazem deste culicídeo uma ponte entre patógenos silvestres e urbanos (Simard et al. 2005), dentre os quais destacam-se os vírus Chikungunya, Dengue e da Febre Amarela (Weaver e Reisen 2010). De fato, recentemente tem sido sugerido que *Ae. albopictus* pode contribuir para o estabelecimento de uma conexão entre os ciclos silvestre e urbano do vírus do Oeste do Nilo, nos Estados Unidos (Turell et al. 2001), e do vírus da Febre Amarela no Brasil (Gomes et al. 2008).

Transmissão vertical (transovariana) de vírus dengue

Por mais expressivos que tenham sido os avanços no estudo da dengue nos últimos 50 anos, observa-se, entretanto, uma grande lacuna no que concerne ao mecanismo de manutenção do vírus dengue na natureza durante a virtual

Tabela 1. Vírus isolados a partir de *Aedes albopictus* artificial e naturalmente infectados

Vírus	<i>Ae. albopictus</i>	
	Artificialmente infectados	Naturalmente infectados / Localidade*
Chikungunya ^a	+	+ / Itália (Bonilauri et al. 2008), Gabão (Paupy et al. 2010), La Réunion (Dellate et al. 2008)
Dengue (1, 2, 3 e 4) ^b	+	+ / Japão (Hotta 1998), Havá (Gilbertson 1945), Índia (Reuben et al. 1988), Malásia (Knudsen 1977), China (Fan et al. 1989), México (Ibañez-Bernal et al. 1997), Cingapura (Chow et al. 1998),
Encefalite de São Luis ^b	+	-
Encefalite Equina Ocidental ^a	+	+ / Estados Unidos (Moore e Mitchel 1997)
Encefalite Equina Oriental ^a	+	+ / Estados Unidos (Niebylski et al. 1992)
Encefalite Equina Venezuelana ^a	+	-
Encefalite Japonesa ^b	+	-
Febre Amarela ^b	+	-
Febre do Vale Rift ^c	+	-
Jamestown Canyon ^c	+	-
Keyston ^c	+	+ / Estados Unidos (Moore e Mitchel 1997)
La Crosse ^c	+	+ / Estados Unidos (Mitchel et al. 1998)
Mayaro ^a	+	-
Nodamura ^d	+	-
Oeste do Nilo ^b	+	+ / Estados Unidos (Holick et al. 2002)
Oropouche ^c	+	-
Orungo ^c	+	-
Potosi ^c	+	+ / Estados Unidos (Mitchel et al. 1998)
Ross River ^a	+	-

^a *Alphavirus*; ^b *Flavivirus*; ^c *Bunyavirus*; ^d *Alphanodovirus*; ^e *Orbivirus*. * Isolamento viral realizado durante episódios epidêmicos.

ausência de hospedeiros invertebrados ou quando as condições climáticas não são favoráveis à atividade dos mosquitos vetores. Uma explicação para isso sugere a ocorrência da transmissão vertical ou transovariana desse vírus nas populações de *Aedes spp.* (Freier e Rosen 1987).

Inúmeras têm sido as pesquisas voltadas para a identificação de vírus dengue nas progênes de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* artificialmente infectados. Rosen et al. (1983), utilizando-se de cepas distintas destes culicídeos, demonstraram uma maior susceptibilidade do *Ae. albopictus* em realizar a transmissão vertical dos 4 sorotipos do dengue. Todavia, sob condições naturais, a partir de coletas de formas imaturas e adultos realizadas no campo, *Ae. aegypti* tem se mostrado mais eficiente neste tipo de transmissão (Martins et al. 2012). Nesses estudos, porém,

Ae. albopictus pode ter sido negligenciado, em virtude de sua ocupação não uniforme das áreas urbanas, especialmente as mais periféricas, onde as coletas normalmente não cobrem toda a sua extensão (Chiaravalloti-Neto et al. 1996).

No Brasil, relatos da ocorrência de transmissão vertical natural do vírus dengue em populações de seus culicídeos vetores foram feitos por Guedes et al. (2010) em adultos de *Ae. aegypti* na cidade de Recife (PE), por Vilela et al. (2010) em ovos de *Ae. aegypti* coletados em Belo Horizonte (MG) e por Figueiredo et al. (2010) em larvas de *Ae. albopictus* coletadas na cidade de Santos (SP). Mais recentemente, Martins et al. (2012), em estudo realizado na cidade de Fortaleza (CE), isolaram os sorotipos 2 e 3 de fêmeas de *Ae. albopictus* provenientes de larvas e pupas coletadas em área urbana da cidade, incluindo um parque ecológico com extensa

cobertura vegetal. Tal registro chama a atenção para os riscos de transmissão de dengue por *Ae. albopictus*, devido às condições favoráveis que esses parques oferecem para a sua instalação e manutenção, pois representam um excelente ponto de contato entre os humanos que por ali transitam e espécimes deste culicídeo, que se aproveitam da ocasião para realizarem o seu repasto sanguíneo.

Considerações finais

Dada à inexistência de uma vacina tetravalente para uso em humanos e diante do ecletismo do *Ae. albopictus* em colonizar tipos distintos de criadouros nos grandes centros urbanos, ao lado do *Ae. aegypti*, o controle vetorial permanece como sendo o único método eficiente para prevenir a transmissão do vírus dengue. Neste sentido, faz-se necessário expandir as estratégias de controle vetorial para *Ae. albopictus*, bem como incluir no programa de controle da dengue local ações que visem ao monitoramento sistemático das populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em relação ao vírus dengue. A combinação dessas ações facilita a identificação mais precisa das áreas com maiores riscos de transmissão viral, permitindo também uma rápida e eficiente intervenção no sentido de conter a ocorrência de possíveis surtos de dengue.

Embora não se tenham casos confirmados na literatura acerca da transmissão do vírus dengue por *Ae. albopictus* em episódios epidêmicos no Brasil, não se pode descartar tal possibilidade, dadas as recentes evidências de sua infecção por esse vírus. Ademais, a sua competência em atuar como um eficiente vetor do vírus dengue no país é regida pelas variações genéticas existentes entre as cepas virais e as suas populações que circulam no território nacional.

Referências

- AGUIAR DB, FONTÃO A, RUFINO P, MACEDO VA, RÍOS-VELÁSQUEZ CM, CASTRO MG, HONÓRIO NA. 2008. Primeiro registro de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em Roraima, Brasil. *Acta Amazônica* 38(2): 357-360.
- ALI M, WAGATSUMA Y, EMCH M, BREIMAN R. 2003. Use of a geographic information system for defining spatial risk for dengue transmission in Bangladesh: role for *Aedes albopictus* in an urban outbreak. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 69: 634-640.
- ALMEIDA AP, BAPTISTA SS, SOUSA CA, NOVO MT, RAMOS HC, PANELLA NA, GODSEY M, SIMÕES MJ, ANSELMO ML, KOMAR N, MITCHELL CJ, RIBEIRO H. 2005. Bioecology and vectorial capacity of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Macao, China, in relation to dengue virus transmission. *Journal of Medical Entomology* 42: 419-428.
- BALESTRA RA, PEREIRA RK, RIBEIRO MJ, SILVA JS, ALENCAR J. 2008. Ocorrência de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) em área urbana do Estado do Tocantins. *Neotropical Entomology* 37(2): 233-235.
- BARRERA R. 1996. Competition and resistance to starvation in larvae of container-inhabiting *Aedes* mosquitoes. *Ecological Entomology* 21: 117-127.
- BEGON M, HARPER JL, TOWNSEND CR. 1998. Ecology: individual, populations and communities. Wiley-Blackwell. 1068 pp.
- BENEDICT MQ, LEVINE RS, HAWLEY WA, LOUNIBOS LP. 2007. Spread of the tiger: global risk of invasion by mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 7: 76-85.
- BONILAURI P, BELLINI R, CALZOLARI M, ANGELINI R, VENTURI L, FALLACARA F, CORDIOLI P, ANGELINI P, VENTURELLI C, Merialdi G, Dottori M. 2008. Chikungunya virus in *Aedes albopictus*, Italy. *Emerging Infectious Diseases* 14(5): 852-853.
- BRAS MA, HONORIO NA, LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R, JULIANO SA, LOUNIBOS LP. 2003. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida. *Journal of Medical Entomology* 40: 785-794.
- CANCRINI G, ROMI R, GABRIELLI S, TOMA LD, PAOLO M, SCARAMOZZINO P. 2003. First finding of *Dirofilaria repens* in a natural population of *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology* 17: 448-451.

- CHAN KL, CHAN YC, HO BC. 1971. *Aedes aegypti* (L) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Singapore City: competitive between species. *Bulletin of the World Health Organization* 44: 643-649.
- CHIARAVALLI-NETO F, COSTA AI, SOARES MR, SCANDAR SA, CARDOSO JUNIOR R. 1996. Descrição da colonização de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) na região de São José do Rio Preto, SP, 1991-1994. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 29: 543-548.
- CHOW VT, CHAN YC, YONG R, LEE KM, LIM LK, CHUNG YK, LAM-PHUA SG, TAN BT. 1998. Monitoring of dengue viruses in field-caught *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes by a type-specific polymerase chain reaction and cycle sequencing. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 58: 578-586.
- CHRISTOPHERS SR. 1960. *Aedes aegypti* (L.) the yellow fever mosquito. Its life history bionomics and structure. London: Cambridge University Press. 739 pp.
- DEGALLIER N, TEIXEIRA JM, SOARES SS, PEREIRA RD, PINTO SC, CHAIB AJ, VASCONCELOS PF, OLIVEIRA E. 2003. *Aedes albopictus* may not be vector of dengue virus in human epidemics in Brazil. *Revista de Saúde Pública* 37(3): 386-387.
- DELLATE H, PAUPY C, DEHECQ JC, THIRIA J, FAILLOUX AB, FONTENILLE D. 2008. *Aedes albopictus*, vecteur des virus du chikungunya et de la dengue a la Réunion: biologie et controle. *Parasite* 15: 3-13.
- DELLATE H, DESVARS A, BOUÉTARD A, BORD S, GIMONNEAU G, VOURC'H G, FONTENILLE D. 2010. Blood-feeding behavior of *Aedes albopictus*, a vector of chikungunya on La Réunion. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 10(3): 249-258.
- DIENG H, SAIFUR R, HASSAN A, CHE SALMAH M, BOOTS M, SATHO T, JAAL Z, ABUBAKAR S. 2010. Indoor-breeding of *Aedes albopictus* in northern peninsular Malaysia and its potential epidemiological implications. *PLoS One* 5(7):e11790.doi:10.1371/journal.pone.0011790.
- EFFLER PV, PANG L, KITSUTANI P, VORNDAM V, NAKATA M, AYERS T, ELM J, TOM T, REITER P, RIGAU-PEREZ JG, HAYES JM, MILLS K, NAPIER M, CLARK GG, GUBLER DJ. 2002. Dengue fever, Hawaii, 2001-2002. *Emerging of Infectious Diseases* 11: 742-749.
- FAN W, YUY S, COSGRIFF TM. 1989. The reemergence of dengue in China. *Review Infectious Diseases* 11(4): 847-853.
- FIGUEIREDO ML, GOMES AC, AMARILLA AA, LEANDRO AS, ORRICO AS, ARAUJO RF, CASTRO JS, DURIGON EL, AQUINO VH, FIGUEIREDO LT. 2010. Mosquitoes infected with dengue viruses in Brazil. *Virology Journal* 7: 152.
- FORATTINI OP. 1986. Identificação de *Aedes (Stegomyia) albopictus* no Brasil. *Revista de Saúde Pública* 20(3): 244-245.
- FORATTINI OP, MARQUES GR, BRITO M, SALLUM MA. 1998a. An unusual ground larval habitat of *Aedes albopictus*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 40(2): 121-122.
- FORATTINI OP, MARQUES GR, KAKITANI I, BRITO M, SALUM MA. 1998b. Significado epidemiológico dos criadouros de *Aedes albopictus* em bromélias. *Revista de Saúde Pública* 32(2): 523-530.
- FREIER JE, ROSEN L. 1987. Vertical transmission of dengue viruses by mosquitoes of the *Aedes scutellaris* group. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 37(3): 640-647.
- GILBERTSON WE. 1945. Sanitary aspects of the control of the 1943-1944 epidemic of dengue fever in Honolulu. *American Journal of Public Health* 35: 261-270.
- GOMES AC, MARQUES GR. 1988. Encontro de criadouros naturais de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse), no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública* 22(3): 245.
- GOMES AC, FORATTINI OP, KAKITANI I, MARQUES GR, MARQUES CC, MARUCCI D, BRITO M. 1992. Microhabitats de *Aedes albopictus* (Skuse) na região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista de Saúde Pública* 26: 108-118.
- GOMES AC, SOUZA JMP, BERGAMASCHI DP, SANTOS JLF, Andrade VR, Leite OF, Rangel O, Souza SSL, Guimarães NSN, Lima VLC. 2005. Atividade antropofílica de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em área sob controle e vigilância. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 39(2): 206-210.
- GOMES AC, TORRES MA, GUTIERREZ, MF, LEMOS FL, LIMA ML, MARTINS JF, COSTA ZG. 2008. Registro de *Aedes albopictus* em áreas epizooticas de febre amarela das Regiões Sudeste e Sul do Brasil (Diptera: Culicidae). *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 17(1): 71-76.
- GRATZ NG. 2004. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and Veterinary Entomology* 18: 215-227.

- Gubler DJ. 2003. *Aedes albopictus* in Africa. *Lancet Infectious Diseases* 3: 751-752.
- GUEDES DR, CORDEIRO MT, MELO-SANTOS MA, MAGALHÃES T, MARQUES E, REGIS L, FURTADO AF, AYRES CF. 2010. Patient-based dengue surveillance in *Aedes aegypti* from Recife, Brazil. *Journal of Vector Borne Diseases* 47: 67-75.
- HAWLEY WA, REITER P, COPELAND RS, PUMPINI CB, CRAIG GB. 1987. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. *Science* 236: 114-116.
- HAWLEY WA. 1988. The biology of *Aedes albopictus*. *Journal of the American Mosquito Control Association* 4: 2-39.
- HOLICK J, KYLE A, FERRARO W, DELANEY RR, IWASECZK M. 2002. Discovery of *Aedes albopictus* infected with West Nile virus in Southeastern Pennsylvania. *Journal of the American Mosquito Control Association* 18: 131.
- HONÓRIO NA, LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. 2001. Frequência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. *Revista de Saúde Pública* 35(4): 385-391.
- HOTTA S. 1998. Dengue vector mosquitoes in Japan: the role of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in the 1942-1944 dengue epidemics of Japanese Main Islands. *Medical Entomology and Zoology* 49: 276-284.
- IBAÑEZ-BERNAL S, BRISEÑO B, MUTEBI JP, ARGOT E, RODRIGUEZ G, MARTÍNEZ-CAMPOS C, PAZ R, DE LA FUENTE-SAN ROMÁN P, TAPIA-CONYER R, FLISSER A. 1997. First Record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with dengue virus during 1995 outbreak at Reynosa, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology* 11: 305-309.
- KAMBHAMPATI S, BLACK WC, RAI KC. 1991. Geographic origin of the US and Brazilian *Aedes albopictus* inferred from allozyme analysis. *Heredity* 67: 85-93.
- KAMGANG B, NCHOUTPOUEN E, SIMARD F, PAUPY C. 2012. Notes on the blood-feeding behavior of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Cameroon. *Parasites and Vectors* 5:57. doi:10.1186/1756-3305-5-57.
- KNUDSEN AB. 1977. The silente jungle transmission cycle of dengue virus and its tenable relationship to endemic dengue in Malaysia. *Malayan Nature Journal* 31: 41-47.
- KNUDSEN AB. 1995. Global distribution and continuing spread of *Aedes albopictus*. *Parassitologia* 37: 91-97.
- LAMBRECHTS L, SCOTT TW, GUBLER DJ. 2010. Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue virus transmission. *PLoS Neglected Tropical Disease* 4(5): e646.
- LIMA-CAMARA TN, HONÓRIO NA, LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. 2006. Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* 22(10): 2079-2084.
- LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Oswaldo Cruz. 225p.
- MACIEL-DE-FREITAS R, NETO RB, GONÇALVES JM, CODEÇO CT, LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. 2006. Movement of dengue vector between the human modified environment and na urban forest in Rio de Janeiro. *Journal of Medical Entomology* 43(6): 1112-1120.
- MARQUES GR, FORATTINI OP. 2005. *Aedes albopictus* em bromélias de solo em Ilhabela, litoral do Estado de São Paulo. *Revista de Saúde Pública* 39(4): 548-552.
- MARTINS VE, ALENCAR CH, FACÓ PE, DUTRA RF, ALVES CR, PONTES RJ, GUEDES MI. 2010. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Estado do Ceará. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 43(1):73-77.
- MARTINS VE, ALENCAR CH, KAMIMURA MT, DE CARVALHO ARAÚJO FM, DE SIMONE SG, DUTRA RF, GUEDES MI. 2012. Occurrence of Natural Vertical Transmission of Dengue-2 and Dengue-3 Viruses in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Fortaleza, Ceará, Brazil. *PLoS One* 7(7): e41386.
- METSelaar D, GRAINGER CR, OEI KG, REYNOLDS DG, PUDNEY M, LEAKE CJ, TUKEI PM, D'OFFAY RM, SIMPSON DI. 1908. An outbreak of type 2 dengue fever in the Seychelles, probably transmitted by *Aedes albopictus* (Skuse). *Bulletin of the World Health Organization* 58: 937-943.
- MITCHELL CJ. 1995. The role of *Aedes albopictus* as an arbovirus vector. *Parassitologia* 37:109-113.
- MITCHELL CJ, HARAMIS LD, KARABASTOS N, SMITH GC, STARWALT VJ. 1998. Isolation of La Crosse, Cache Valley and Potosi viruses from *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) collected at used-tire sites in Illinois during 1994-95. *Journal of Medical Entomology* 35: 573-577.

- MOORE CG, MITCHELL CJ. 1997. *Aedes albopictus* in the United States: ten-year presence and public health implications. *Emerging Infectious Diseases* 3(3): 329-334.
- NEVES DP, SILVA RF. 1989. Aspectos da biologia do *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) a nível de campo. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 84(4): 403-404.
- NIEBYLSKI ML, MUTEPI JP, CRAIG GB, MULRENNAN JA, HOPKINS RS. 1992. Eastern equine encephalitis virus associated with *Aedes albopictus* Florida, 1991. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report* 41(115): 121.
- PAGES F, PEYREFITTE CN, MVE MT, JARJAVAL F, BRISSE S, ITEMAN I, GRAVIER P, NKOGE D, GRANDADAM M. 2009. *Aedes albopictus* mosquito: the main vector of the 2007 Chikungunya outbreak in Gabon. *PLoS One* 4: e4691.
- PAUPY C, GIROD R, SALVAN M, RODHAIN F, FAILLOUX AB. 2001. Population structure of *Aedes albopictus* from La Reunion Island (Indian Ocean) with respect to susceptibility to a dengue virus. *Heredity* 87: 273-283.
- PAUPY C, DELATTE H, BAGNY L, CORBEL V, FONTENILLE D. 2009. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes and Infection* 11: 1177-1185.
- PAUPY C, OLLOMO B, KAMGANG B, MOUTAILLER S, ROUSSET D, DEMANOU M, HERVÉ JP, LEROY E, SIMARD F. 2010. Comparative role of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in the emergence of Dengue and Chikungunya in central Africa. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 10(3): 259-266.
- PONLAWAT A, HARRINGTON LC. 2005. Blood-feeding patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Thailand. *Journal of Medical Entomology* 42(5): 844-849.
- QIU FX, GUBLER DJ, LIU JC, CHEN QQ. 1993. Dengue in China: a clinical review. *Bulletin of the World Health Organization* 71: 349-359.
- RAI KS. 1991. *Aedes albopictus* in the Americas. *Annual Review of Entomology* 36: 459-484.
- RAMASAMY R, SURENDRAN SN, JUDE PJ, DHARSHINI S, VINOBA M. 2011. Larval development of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in peri-urban brackish water and its implications for transmission of arboviral diseases. *PLoS Neglected Tropical Disease* 5(11): e1369.
- REITER P. 1998. *Aedes albopictus* and the world trade in used tires, 1988-1995: the shape of things to come?. *Journal of the American Mosquito Control Association* 14: 83-94.
- REUBEN R, KAUL HN, SOMAN RS. 1988. Mosquitoes of arboviral importance in India. *Mosquito-Borne Diseases Bulletin* 5: 48-54.
- RICHARDS SL, PONNUSAMY L, UNNASCH TR, HASSAN HK, APPERSON CS. 2006. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in relation to availability of humans and domestic animals in suburban landscapes of central North Carolina. *Journal of Medical Entomology* 43: 543-551.
- RÍOS-VELASQUEZ CM, CODEÇO CT, HONÓRIO NA, SABROZA PS, MORESCO M, CUNHA IC, LEVINO A, TOLEDO LM, LUZ SL. 2007. Distribution of dengue vectors in neighborhoods with different urbanization types of Manaus, state of Amazonas, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 102(5): 617-623.
- ROSEN L, SHROYER DA, TESH RB, FREIER JE, LIEN JC. 1983. Transovarial transmission of dengue viruses by mosquitoes: *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 32: 1108-1119.
- ROSEN L, ROSEBOOM LE, GUBLER DJ, LIEN JC, CHANIOTIS BN. 1985. Comparative susceptibility of mosquito species and strains to oral and parenteral infection with dengue and Japanese encephalitis virus. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 34: 603-615.
- SCHOLTE EJ, SCHAFFNER F. 2007. Waiting the tiger: establishment and spread of *Aedes albopictus* mosquito in Europe. In: *Emerging Pests and Vector-Borne Disease in Europe*. Wageningen: Academic Publishers. 241-260.
- SIMARD F, NCHOUTPOUEN E, TOTO JC, FONTENILLE D. 2005. Geographic distribution and breeding site preference of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Cameroon, Central Africa. *Journal of Medical Entomology* 42(5): 726-731.
- SULLIVAN MF, GOULD DJ, MANEECHAI S. 1971. Observations on the host range and feeding preference of *Aedes albopictus* (Skuse). *Journal of Medical Entomology* 8: 713-716.
- TURRELL MJ, O'GUINN ML, DOHM DJ, JONES JW. 2001. Vector competence of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) for West Nile virus. *Journal of Medical Entomology* 38: 130-134.

VALERIO L, MARINI F, BONGIORNO G, FACCHINELLI L, POMBI M, CAPUTO B, MAROLI M, DELLA TORRE A. 2010. Host-feeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in urban and rural contexts with Rome province, Italy. *Vector Borne and Zoonotic Diseases* 10(3): 291-294.

VILELA AP, FIGUEIREDO LB, SANTOS JR, EIRAS AE, BONJARDIM CA, FERREIRA PC, KROON EG. 2010. Dengue virus 3 genotype I in *Aedes aegypti* mosquitoes and eggs, Brazil, 2005–2006. *Emerging Infectious Diseases* 16: 989–992.

WEAVER SC, REISEN WK. 2010. Present and future arboviral threats. *Antiviral Research* 85: 328.