

---

## AVALIAÇÃO DO EFEITO DO INSETICIDA MALATHION APLICADO SOB A FORMA DE ULTRA BAIXO VOLUME COM EQUIPAMENTOS PORTÁTIL E PESADO SOBRE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

---

Maria T. M. Andrighetti<sup>1</sup>, Maria L. G. Macoris<sup>1</sup>, Luiz Takaku<sup>1</sup>, Karen C. Galvani<sup>1</sup>,  
Rubens P. Cardoso<sup>1</sup>, Sirle S. Scandar<sup>1</sup>, Carmen M. Glasser<sup>1</sup>, Dalva M. V. Wanderley<sup>1</sup>  
e Hyun M. Yang<sup>2</sup>

### RESUMO

Avaliou-se o efeito da aplicação de inseticida sobre formas adultas de *Aedes aegypti* realizada a ultrabaixo volume (UBV) com atomizadores motorizados portáteis e acoplados a veículo. Os tratamentos com ambos os equipamentos foram realizados em São José do Rio Preto e Marília, estado de São Paulo, Brasil. A efetividade foi verificada pela exposição de fêmeas de *Ae. aegypti* em gaiolas-sentinela. O impacto das aplicações na população adulta do vetor foi avaliado por meio da coleta de adultos no intradomicílio e peridomicílio antes e após os tratamentos. Os resultados obtidos com cada equipamento foram semelhantes nas duas cidades. A mortalidade de fêmeas expostas em gaiolas-sentinela, no intradomicílio, atingiu percentual médio de 96,5% nas duas cidades nas áreas tratadas com equipamento portátil. Foi de 54,3% o percentual nas áreas tratadas com equipamento acoplado a veículo. Na avaliação de impacto sobre a população adulta, as coletas revelaram que o equipamento portátil causou redução média de 84,3% na positividade dos imóveis e 77,9% de diminuição no número de fêmeas por imóvel. Com equipamento acoplado a veículo, houve redução de 49,7% na positividade de imóveis para fêmeas de *Ae. aegypti* e de 44,6% no número de fêmeas por imóvel. Os resultados demonstraram impacto significativamente maior na população adulta com equipamento portátil e também maior mortalidade no intradomicílio, local de maior permanência das fêmeas do vetor.

DESCRITORES: *Aedes aegypti*; controle de formas adultas; ultrabaixo volume (ubv); atomizador portátil; atomizador acoplado a veículo.

---

1 Superintendência de Controle de Endemias-SUCEN.

2 Departamento de Matemática Aplicada. Instituto de Matemática e Estatística. Unicamp, Campinas.

Endereço para correspondência: Maria Teresa Macoris Andrighetti, Avenida Santo Antonio 1627, Bairro Somenzari, Marília - São Paulo. CEP: 17506-040. E-mail: sr11pes@hotmail.com.

Recebido para publicação em: 12/7/2012. Revisto em: 18/12/2012. Aceito em: 26/1/2013.

## ABSTRACT

Evaluation of the effect of insecticide Malathion applied as ultra low volume with portable and vehicle-mounted machines on *Aedes aegypti* control

Portable and vehicle-mounted space spray machines for chemical control of adult *Aedes aegypti* were evaluated in São José do Rio Preto and Marília, São Paulo State, Brazil. The effect of both treatments was evaluated through sentinel cages with *Ae. aegypti* females and the impact on mosquito populations through adult collection inside and outside houses before and after treatments. Results were similar in both cities. The average percentage of mortality of caged mosquitoes inside the houses reached an average of 97.0% for both cities with portable machine and 54.3% with vehicle-mounted machine. Treatment with portable machine caused a mean reduction of percentage of positive houses with *Ae. aegypti* of 84.3 % and a reduction of mean number of females per house of 77.9%. Treatment with vehicle-mounted machines caused a mean reduction on percentage of positive houses with *Ae. aegypti* of 49.7% and on the mean number of females/house of 44.7. Data from evaluations show a significant higher impact on mosquito populations with portable machine, especially inside the houses which is the site where most vector females are found.

KEY WORDS: *Aedes aegypti*; adult control; ultra-low-volume (ulv); portable equipment; heavy duty equipment.

## INTRODUÇÃO

Após um episódio restrito à cidade de Boa Vista, Roraima, em 1981, o dengue retornou em 1986, inicialmente no Rio de Janeiro, e, posteriormente, em algumas cidades do Nordeste. Durante a década de 1990, ocorreu um significativo aumento da incidência da doença em decorrência da dispersão do transmissor *Aedes aegypti* nos estados do país, com agravamento da situação nos grandes centros urbanos, sobretudo nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil (3).

No estado de São Paulo, a infestação pelo vetor foi detectada em 1985, em municípios da região oeste, avançando em direção à região leste. Em 2001, atingiu 483 e, em 2011, 578 dos 645 municípios existentes. Os primeiros casos autóctones de dengue foram registrados em 1987 e, após um hiato de dois anos, registrou-se, em 1990-1991, uma epidemia de grandes proporções que teve início no município de Ribeirão Preto e se expandiu rapidamente para municípios vizinhos e outras regiões, com a confirmação de 6.701 casos em 59 municípios. Desde então, a transmissão de dengue vem ocorrendo todos os anos no estado, com incidências mais elevadas nos meses de fevereiro a abril, época em que as condições ambientais são mais propícias para o desenvolvimento e a proliferação do mosquito vetor (7, 8) e para a diminuição do período de incubação extrínseco do vírus (9).

São José do Rio Preto foi um dos primeiros municípios do estado de São Paulo a se infestar por *Ae. aegypti* em 1985 (15) e, desde 1991, vem apresentando transmissão anual de dengue, com incidência acumulada de 7.582 casos/100.000 habitantes até 2006. Em Marília, o *Ae. aegypti* estabeleceu-se em 1989 e o primeiro episódio de transmissão data de 1993, com incidência acumulada de 1991 a 2006 de 424,6/100.000 habitantes.

Os inseticidas para controle de formas adultas são utilizados em nebulizações quando ocorre a constatação da circulação viral, visando interromper a transmissão da doença (3, 16). Dois tipos de equipamento são utilizados em nebulizações: o atomizador motorizado portátil e o acoplado a viatura, este último também conhecido como equipamento pesado. O objetivo deste estudo foi comparar o efeito do tratamento químico realizado com estes dois tipos de equipamento em formas adultas de *Ae. aegypti*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Áreas selecionadas e equipamentos utilizados na avaliação

Foram avaliados dois equipamentos utilizados atualmente no país para controle químico adulticida sem ação residual, em situações de transmissão de dengue (3). Os experimentos foram desenvolvidos nos municípios de São José do Rio Preto (415.509 hab.) e Marília (224.094 hab.), os quais apresentam, respectivamente, história de elevada e baixa incidência de dengue em relação à do estado nas duas últimas décadas.

Para a avaliação proposta foram selecionadas duas áreas em cada município, com padrões semelhantes de urbanização, cada uma com aproximadamente 1.000 imóveis pequenos, de padrão popular, inseridos em terrenos com área externa circundando as casas. As áreas de intervenção mediram, aproximadamente, 27 hectares, e as áreas de avaliação, no interior destas, corresponderam a 10 hectares. Foram cadastrados todos os imóveis existentes e seus respectivos moradores, os quais consentiram em participar do estudo. As áreas foram pareadas pela semelhança do padrão de urbanização, conforme se descreve a seguir:

### Marília

Com o equipamento portátil foram tratados 34 quarteirões com 942 imóveis, nos quais residiam 2.980 habitantes, ocupando área de 27 hectares. Para a avaliação, foram selecionados 20 quarteirões internos onde estavam localizados 576 imóveis, com população estimada de 1.844 habitantes em 9,6 hectares.

Na área em que se utilizou o equipamento acoplado a veículo, foram tratados 37 quarteirões com 1.047 imóveis, cuja população era de 2.206 habitantes distribuídos em 37 hectares. A avaliação envolveu 17 quarteirões internos com 490 imóveis e 1.103 habitantes em 17 hectares.

### São José do Rio Preto

Com o equipamento portátil foram tratados 32 quarteirões com 885 imóveis, nos quais residiam 2.677 habitantes em 27 hectares. A avaliação atingiu

14 quarteirões com 506 imóveis e população de 1.591 habitantes distribuídos em 8,5 hectares.

O equipamento acoplado a veículo foi utilizado no tratamento de 49 quarteirões com 1.094 imóveis e população de 3.595 habitantes em 33 hectares. Foram avaliados 25 quarteirões internos com 604 imóveis e população de 1.357 habitantes em 17 hectares.

### Controle químico

Os tratamentos adulticidas seguiram as normas preconizadas pela Organização Mundial da Saúde (17, 19) para aplicação de inseticida a ultraabaixo volume (UBV), que consiste na dispersão no ar de um líquido contendo inseticida num volume de até 5 litros por hectare e em gotas com diâmetro de 5 a 30 micra. Dois equipamentos foram utilizados: um era portátil (Marca Jacto) com alcance do fluxo laminar de 15 m na horizontal e 12 m na vertical, sendo o trabalho realizado das 8 h às 13 h, sem a ocorrência de chuva e com a velocidade do vento inferior a 4 km/h em ambas as cidades; o outro era acoplado a veículo (Marca LECO), com canhão de fluxo laminar (tipo energia gasosa) com alcance de até 50 m na horizontal e 15 m na vertical. O deslocamento indicado para o veículo é de 10 km/h a 16 km/h e velocidade do vento sempre inferior a 4 km/h, com início dos trabalhos no crepúsculo e término em até duas horas após o pôr do sol em dias sem presença de chuva. Em ambos os equipamentos ocorre a dispersão da solução de inseticida no interior do fluxo de ar liberado sob grande pressão por bicos de energia gasosa, ocasionando o fracionamento em gotas. Nas duas cidades, os dois tipos de equipamento foram calibrados de forma que garantissem a aplicação da dose indicada de ingrediente ativo em cada imóvel, no caso do equipamento portátil, e no quarteirão, no caso do equipamento acoplado a veículo, assim como o espectro de gotas recomendado (3). As vazões foram aferidas e o espectro de gotas geradas foi avaliado antes dos tratamentos nas duas cidades. O inseticida organofosforado utilizado foi o Malathion GT 96%. A escolha do produto baseou-se nos dados de susceptibilidade das populações do vetor, aferidas no ano anterior ao teste, cujos resultados demonstraram resistência aos piretroides e susceptibilidade ao organofosforado Malathion (10).

### Tratamento adulticida a ultraabaixo volume com equipamento portátil

Foram tratados o intradomicílio e o peridomicílio de todos os imóveis da área que não estavam fechados no momento da visita e nos quais houve aceitação do responsável. O produto Malathion GT 96%, cujo lote estava dentro da validade, foi adquirido pelo Ministério da Saúde, conforme a política de gestão de insumos estratégicos de uso em saúde pública (3), e repassado ao estado de São Paulo. A dose utilizada foi de uma parte do produto comercial para duas de óleo de soja (32% de ingrediente ativo na mistura aplicada) e uma taxa média de vazão de 40 mL/

min. Para avaliar a qualidade dos tratamentos com equipamento portátil nos dois municípios, foi verificada a cobertura de imóveis tratados e determinado o consumo médio de inseticida por imóvel tratado em cada município.

#### Tratamento adulticida a ultrabaixo volume com equipamento acoplado a veículo

Foram tratados com equipamento acoplado a veículo todos os quarteirões da área, utilizando-se Malathion numa dose planejada de 200 mL de ingrediente ativo por hectare, iniciando-se o trabalho no crepúsculo vespertino. Durante a aspersão do inseticida, o veículo realizou percurso em todas as ruas por duas vezes de modo que atingisse as duas faces de cada quadra numa velocidade média de 13 km/h. Por ser vulnerável à condição ambiental, este tipo de tratamento foi realizado três vezes em cada município com intervalo de um mês entre cada aplicação. A qualidade dos tratamentos com equipamento acoplado a veículo, nos dois municípios, pode ser verificada pela quantidade média de inseticida aplicado por hectare nas áreas tratadas a cada mês.

O tratamento com equipamento portátil foi realizado em cada município em um único dia durante seis horas com a participação de 34 homens, ao passo que, para cada tratamento com equipamento acoplado a veículo, participaram três servidores por um período de três horas.

Em todas as áreas tratadas foram excluídos da avaliação os quarteirões limítrofes com áreas vizinhas não tratadas para evitar possíveis influências nos resultados (13).

Os tratamentos foram realizados nos meses de dezembro a março, período de maior densidade do vetor no estado de São Paulo de acordo com as avaliações do Índice de Breteau realizadas pelo Programa (8).

#### Avaliação dos tratamentos com equipamento portátil e acoplado a veículo

A avaliação dos tratamentos foi realizada segundo os guias da Organização Mundial da Saúde por meio de duas metodologias: avaliação da efetividade com gaiolas-sentinela e avaliação do impacto na população adulta por meio de captura de insetos alados antes e após o tratamento (12, 13, 18, 20).

#### Avaliação da efetividade dos tratamentos por meio de teste com gaiolas-sentinela

Para avaliação da efetividade dos dois equipamentos, foram realizados bioensaios utilizando-se fêmeas F1 de *Ae. aegypti* em gaiolas-sentinela num total de 20 fêmeas/gaiola. Quanto à colocação das gaiolas, foram consideradas “sem barreira” quando dispostas em local com ausência de qualquer obstáculo à dispersão das gotas e, “com barreira”, quando dispostas em local com obstáculo à dispersão das gotas. Em cada ponto escolhido para exposição dos mosquitos nas áreas de

avaliação, foram colocadas duas gaiolas, uma com mosquitos provenientes da própria cidade e outra com uma cepa de mosquito padrão de suscetibilidade ao inseticida utilizado (Cepa Rockefeller). Na época do estudo, as populações de mosquito de ambas as cidades apresentavam suscetibilidade ao Malathion (relatório interno da SUCEN).

Na avaliação do tratamento com equipamento acoplado a veículo, as gaiolas-sentinelas com fêmeas provenientes das populações de campo foram expostas apenas a um dos três tratamentos realizados (Marília no primeiro e São José do Rio Preto no terceiro), enquanto aquelas com fêmeas da cepa suscetível foram expostas aos três tratamentos. As gaiolas-sentinelas foram colocadas em quatro locais: dois no peridomicílio (frente e fundos) e dois no intradomicílio (cozinha e quarto sem barreira). No intradomicílio as gaiolas-sentinelas foram expostas sem barreiras, uma vez que, neste tipo de tratamento, comparativamente ao portátil, a quantidade de gotas que atinge o interior das residências é menor. Nos dois municípios foram colocadas gaiolas-sentinelas no interior de oito casas em cada um dos tratamentos, totalizando 24 imóveis, sendo 32 gaiolas-sentinelas para a cepa de campo (expostas apenas ao primeiro tratamento) e 96 para a cepa suscetível (expostas aos três tratamentos). Foram utilizadas 1.920 fêmeas da cepa suscetível e 640 da população de campo para cada uma das cidades.

Em cada imóvel das áreas tratadas com equipamento portátil, foram colocadas gaiolas-sentinelas em quatro locais do intradomicílio: dois na cozinha (com e sem barreira) e dois no quarto (com e sem barreira). Em Marília, foram colocadas 68 gaiolas-sentinelas para cada cepa, distribuídas em 17 imóveis, totalizando 1.360 fêmeas de cada cepa (campo e suscetível); em São José do Rio Preto, 36 gaiolas-sentinelas para cada cepa, distribuídas em nove imóveis, num total de 720 fêmeas. Para cada tratamento avaliado com gaiolas-sentinelas, elas foram distribuídas seguindo a mesma metodologia e em dois imóveis em área não tratada, que serviram como testemunhas para a manipulação dos insetos e para demonstrar se a mortalidade não acontece ao acaso, validando o teste de efetividade conforme preconiza a WHO (20). O percentual de mortalidade nas testemunhas (inferior a 20%) serviu como parâmetro de validação do teste de efetividade (20).

#### Avaliação do impacto dos tratamentos na população adulta do vetor

O impacto do tratamento foi avaliado pela redução da infestação após a intervenção em cada área. A coleta de adultos foi realizada no intradomicílio e peridomicílio separadamente, nos principais locais de abrigo e atividade do mosquito. Foi sorteado um terço dos imóveis para avaliação anterior e igual número para avaliação posterior ao tratamento químico. Utilizou-se, para tanto, sorteio sistemático, com início aleatório e intervalo amostral 3, garantindo-se conjuntos excludentes de imóveis nas duas avaliações: pré e pós. A captura de adultos foi realizada por meio de aspirador motorizado (12). Essa pesquisa entomológica foi

realizada durante os dois dias imediatamente anteriores e posteriores ao tratamento no período das 8 h às 18 h.

### Análise estatística

Para avaliação da efetividade dos tratamentos químicos, comparou-se a mortalidade média obtida para populações de campo com a cepa suscetível Rockefeller e a mortalidade média obtida para o tratamento com equipamento portátil com a do equipamento pesado.

Para avaliação do impacto na população adulta, foram comparados vários indicadores de densidade estimados para as capturas realizadas em momentos pré e pós- tratamento, como a positividade de imóveis para fêmeas de *Ae. Aegypti*, o número médio de fêmeas capturadas/imóvel pesquisado e o número médio de fêmeas capturadas/pessoa residente nos imóveis pesquisados. Foi utilizado o qui-quadrado como teste estatístico para avaliação da significância das diferenças encontradas nas comparações efetuadas.

A metodologia utilizada neste projeto (FAPESP - Programa de Pesquisas em Políticas Pública, aprovado conforme Processo nº 98/14184-4) seguiu o protocolo da Organização Mundial da Saúde (17, 18, 20) para os testes de efetividade por meio de testes com gaiolas-sentinela.

### Considerações éticas

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Adolfo Lutz (CEPIAL) e o referido projeto foi enquadrado na categoria *aprovado* de acordo com a Resolução nº 196/96 sobre pesquisa.

## RESULTADOS

### Avaliação operacional do controle químico.

#### Tratamento com equipamento portátil

Os percentuais de imóveis tratados por área com equipamento portátil foi de 80,1% em Marília e 70,1% em São José do Rio Preto. A média de mL da mistura/imóvel foi de 46,2 mL com desvio padrão de 16,2 em Marília e de 49,2 mL com desvio padrão de 11,9 em São José do Rio Preto. A dose de ingrediente ativo (ia) aplicada foi de 14,8 mL/imóvel em Marília com desvio padrão de 5,2 e de 15,7 mL/imóvel e desvio padrão de 3,8 em São José do Rio Preto.

A cobertura de imóveis tratados foi mais elevada em Marília. Os volumes médios de mistura de inseticida e de ingrediente ativo por imóvel nos dois municípios foram muito semelhantes, a dose obtida ficou dentro da faixa de

recomendação da Organização Mundial da Saúde (17). Como os imóveis das áreas selecionadas são de tamanho pequeno (padrão popular), as dosagens médias obtidas ficaram em torno de 45 mL de mistura por imóvel, e as dosagens do ingrediente ativo ficaram em aproximadamente 14 mL/imóvel, doses consideradas satisfatórias para a metodologia empregada (19).

Tratamento com equipamento acoplado a veículo

Os volumes de mistura/ha e de dose de ingrediente ativo/ha aplicados em cada tratamento foram os seguintes:

- dezembro: Marília - 405 mL de mistura/ha com 212 mL de ia/ha; São José do Rio Preto - 485 mL de mistura/ha com 233 de ia/ha;
- janeiro: Marília - 465 mL de mistura/ha com 243 mL de ia/ha; São José do Rio Preto - 509 mL de mistura/ha com 244 mL de ia/ha;
- fevereiro: Marília - 457 mL de mistura/ha com 239 mL de ia/ha; São José do Rio Preto - 545 mL e mistura/ha com 261 mL ia/ha.

A dose de ingrediente ativo por hectare tratado foi um pouco superior ao planejamento de 200 mL/ha nas três aplicações realizadas nos dois municípios, verificando-se os maiores valores em São José do Rio Preto. É importante assinalar que o volume de mistura aplicado neste último município foi superior ao aplicado em Marília, visto que os quarteirões de São José do Rio Preto são menores (Marília - 1,3 ha/quarteirão; São José do Rio Preto - 0,7 ha/quarteirão), fato já esperado dentro do método utilizado.

Avaliação da efetividade dos tratamentos por meio de teste com gaiolas-sentinela

O percentual de mortalidade observado entre as fêmeas na situação controle foi inferior a 20% em todos os bioensaios com gaiola-sentinela, validando as condições de manipulação dos ensaios. Apenas a população de mosquitos de São José do Rio Preto (no teste de fevereiro) e a cepa Rockefeller (no teste de dezembro) apresentaram percentuais de mortalidade entre 5% e 19%, o que levou à necessidade de correção da mortalidade das fêmeas expostas ao tratamento químico pela fórmula de Abbott (13).

A diferença entre a resposta da linhagem suscetível de laboratório e as de campo no tratamento com equipamento portátil não foi significativa ( $p > 0,05$ ). A mortalidade encontrada entre a população de Marília e a de São José do Rio Preto, quando comparada à linhagem suscetível de laboratório, foi de 92,5% e 97,4% respectivamente, não sendo, portanto, uma diferença significativa ( $p > 0,05$ ), logo não deve ter interferido na eficácia da atividade.



No tratamento com equipamento acoplado a veículo, as avaliações no peridomicílio com gaiolas-sentinela contendo fêmeas de *Ae. aegypti* das populações de campo dos dois municípios também apresentaram resultados semelhantes aos observados com a cepa Rockefeller.

A mortalidade de fêmeas no tratamento com equipamento portátil variou em função da localização das gaiolas-sentinela, principalmente em razão da presença de barreiras (Tabela 1). No geral, a mortalidade média obtida nas duas cidades foi bastante elevada.

*Tabela 1.* Mortalidade de fêmeas de *Aedes aegypti* após exposição ao Malathion segundo sua localização no intradomicílio, existência de barreira e linhagem de mosquitos, em áreas tratadas com equipamento portátil

Município	Linhagem de mosquitos	Sem barreira		Com barreira		geral %	controle %
		Cozinha %	quarto %	cozinha %	quarto %		
Marília	Rockefeller	100	92,9	100	81,7	93,9	0,0
	Campo	97,3	85,0	94,9	74,6	86,9	2,0
SJR Preto	Rockefeller	100	100	96,8	100	99,2	0,0
	Campo	100	100	90,0	95,1	96,6	0,7

Os menores índices de mortalidade foram verificados nos testes realizados em Marília, em quarto com barreira (81,7 % para a linhagem Rockefeller e 74,6 % para a linhagem de Marília) e quarto sem barreira (92,9% para Rockefeller e 85,0% para a linhagem de Marília), local considerado de difícil acesso para as gotas aspergidas. Verificou-se maior mortalidade no tratamento realizado em São José do Rio Preto em relação ao realizado em Marília, tanto para a linhagem suscetível como para as de campo.

Com relação ao equipamento acoplado a veículo, nos três tratamentos realizados com exposição das fêmeas da cepa Rockefeller, observou-se maior mortalidade nas gaiolas-sentinela expostas em São José do Rio Preto, onde as doses de mistura aplicada foram maiores nas três aplicações do teste. O pior resultado foi verificado em Marília no teste referente à primeira aplicação, que apresentou o menor volume de mistura/ha e a menor dose de ingrediente ativo/ha (Tabela 2).

A avaliação realizada nas duas cidades mostrou menor efetividade do tratamento com equipamento acoplado a veículo em comparação ao tratamento com equipamento portátil. A mortalidade de fêmeas foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) no tratamento com equipamento portátil do que naquele com equipamento acoplado a veículo: 96,5% e 54,3% de mortalidade média, respectivamente (Tabelas 1 e 2 e Figura 1). A mortalidade de fêmeas da cepa Rockefeller expostas no intradomicílio, em situação de inexistência de barreira, foi de 54,3% e 70,9%, respectivamente para Marília e São José do Rio Preto, nas áreas tratadas com

equipamento acoplado a veículo (Tabela 2), e acima de 90% nas áreas tratadas com equipamento portátil (Tabela 1).

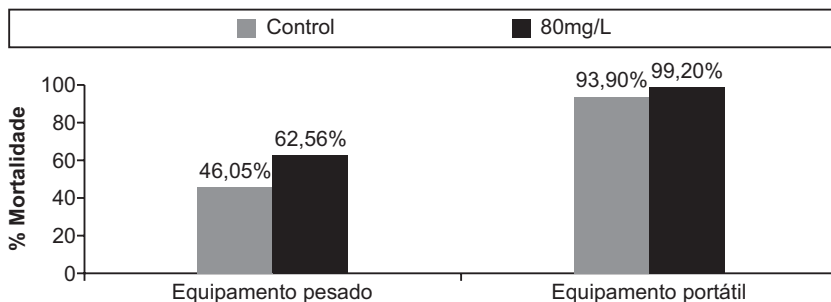


Figura 1. Mortalidade de fêmeas de *Aedes aegypti* expostas ao Malathion em gaiolas-sentinelas no intradomicílio, em áreas tratadas com o equipamento pesado e o portátil

Tabela 2. Mortalidade de fêmeas de *Aedes aegypti*, linhagem Rockefeller, após exposição ao Malathion, segundo local e município em áreas tratadas com equipamento pesado

Município	Período	Peridomicílio		Intradomicílio	
		Frente %	fundos %	s/barreira %	c/barreira %
Marília	1º tratamento	89,4	87,6	36,5	31,4
	2º tratamento	89,9	90,5	55,7	29,2
	3º tratamento	100	90	70,7	52,7
	Média	93,1%	89,3%	54,3%	37,8%
SJR Preto	1º tratamento	100	96,8	64,3	49,8
	2º tratamento	95,6	99,3	79,9	55,4
	3º tratamento	98,0	94,4	68,6	57,1
	Média	97,8%	96,8%	70,9%	54,1%

No tratamento com equipamento acoplado a veículo, no intradomicílio, foi observado um percentual médio de mortalidade de apenas 30% em Marília e de 62% em São José do Rio Preto. Na área tratada com equipamento portátil, além da elevada mortalidade encontrada (Tabela 1), não se verificou diferença significativa em nenhum dos pontos de exposição ( $p > 0,05$ ).

A mortalidade de fêmeas no tratamento com equipamento acoplado a veículo foi significativamente menor no intradomicílio quando comparada ao peridomicílio ( $p < 0,05$ ). No entanto, não se encontrou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) quando comparadas as taxas de mortalidade obtidas nos dois locais do peridomicílio (frente e fundos) e também nos dois locais do intradomicílio, com e sem barreira (Tabela 2).

## Avaliação do impacto dos tratamentos na população adulta do vetor

As capturas de alados realizadas anteriormente aos dois tipos de tratamento adulticida possibilitaram avaliar alguns aspectos do comportamento das populações de *Ae. aegypti* nas áreas selecionadas:

1. a diferença foi significativa na frequência de exemplares de *Ae. aegypti* no total de culicídeos capturados nas áreas avaliadas dos dois municípios: 27,9% em Marília e 19,1% São José do Rio Preto,  $\chi^2 = 13,14$  e  $p = 0,00029$ ;
2. a positividade de imóveis para fêmeas foi significativamente maior em Marília (19,9%) quando comparada com a de São José do Rio Preto (14,0%),  $\chi^2 = 7,37$  e  $p = 0,0066$ ;
3. o número médio de fêmeas/imóvel pesquisado foi de 0,35 e 0,24, respectivamente, para os municípios de Marília e de São José do Rio Preto;
4. a predominância dos imóveis com apenas uma única fêmea capturada foi grande (66,2%), uma vez que em 90,3% dos imóveis positivos de Marília e em 94,3% dos de São José do Rio Preto foram capturadas até três fêmeas;
5. as fêmeas representaram 59,4% dos exemplares de *Ae. aegypti* capturados em ambos os municípios e 86,0% delas estavam presentes no intradomicílio.

Nas áreas tratadas com equipamento portátil, houve uma redução semelhante da positividade dos imóveis após o tratamento, sendo de 82,8% para Marília e 85,7% para São José do Rio Preto (Tabela 3). Somente em duas casas de cada um dos municípios, foram encontrados alados após o tratamento. Vale ressaltar que nessas quatro casas não havia sido realizada a aplicação de inseticida por estarem fechadas. Os quarteirões onde foram encontrados mosquitos após o tratamento receberam uma dose de inseticida/imóvel não inferior à média menos um desvio padrão, indicando que a permanência de mosquitos vivos nesses imóveis se deve ao fato destes não terem sido tratados.

A avaliação realizada em cada uma das cidades mostrou uma elevada eficácia do tratamento com equipamento portátil, apesar da pendência de imóveis sem tratamento, por estarem fechados ou por recusa do responsável (19,9% dos imóveis em Marília e 29,9% dos imóveis em São José do Rio Preto). Com relação aos indicadores do pré e pós-tratamento, verificou-se uma redução de 82,8% e 85,7% na frequência de imóveis com fêmeas de *Ae. aegypti*, respectivamente para Marília e São José do Rio Preto; e redução no número de fêmeas por imóvel, de 0,09 para 0,03 em Marília (redução de 66,0%) e de 0,15 para 0,01 em São José do Rio Preto (redução de 89,9%) (Tabela 3).

Na avaliação do impacto do tratamento com equipamento acoplado a veículo (Tabela 4), verificou-se redução de 43,8% e 55,6% na frequência de imóveis com fêmeas de *Ae. aegypti*, respectivamente para Marília e São José do Rio Preto; redução do número médio de fêmeas/imóvel nas avaliações realizadas no pré

e pós-tratamento de 0,46 e 0,28 em Marília (redução de 39,1%) e de 0,26 para 0,13 em São José do Rio Preto (redução de 50%).

**Tabela 3.** Número de imóveis pesquisados, percentual de imóveis positivos, número de fêmeas de *Aedes aegypti* capturadas e número médio de fêmeas por imóvel e por pessoa, antes e após o tratamento em dois municípios com equipamento portátil

Município	Dados infestação	Pré-tratamento	Pós-tratamento	Percentual de redução
Marília	Nº imóveis pesquisados	171	167	-
	% imóveis c/ fêmeas <i>Ae. aegypti</i>	7,0	1,2	82,8
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i>	15	5	66,7
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i> /imóvel	0,09	0,03	65,9
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i> /pessoa	0,038	0,009	76
SJR Preto	Nº imóveis pesquisados	143	135	-
	% imóveis c/ fêmeas <i>Ae. aegypti</i>	10,5	1,5	85,7
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i>	21	2	90,5
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i> /imóvel	0,15	0,01	89,9
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i> /pessoa	0,045	0,004	91,1

**Tabela 4.** Número de imóveis pesquisados, percentual de imóveis positivos, número de fêmeas de *Aedes aegypti* capturadas e número médio de fêmeas por imóvel e por pessoa, antes e após o tratamento em dois municípios com equipamento pesado

Município	Dados infestação	Pré-tratamento	Pós-tratamento	Percentual de redução
Marília	Nº imóveis pesquisados	398	385	-
	% imóveis c/ fêmeas <i>Ae. aegypti</i>	25,4	14,3	43,8
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i>	184	106	42,4
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i> /imóvel	0,46	0,28	39,1
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i> /pessoa	0,21	0,12	40,4
SJR Preto	Nº imóveis pesquisados	486	465	-
	% imóveis c/ fêmeas <i>Ae. aegypti</i>	15,02	6,67	55,6
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i>	128	60	53,1
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i> /imóvel	0,26	0,13	50
	Nº de fêmeas <i>Ae. aegypti</i> /pessoa	0,11	0,06	51

Considerando os valores médios obtidos no conjunto das áreas das duas cidades, o tratamento com equipamento acoplado a veículo causou uma redução 49,7% da positividade de imóveis para fêmeas de *Ae. aegypti* e de 44,6% no número de fêmeas por imóvel. No tratamento com equipamento portátil, a redução média da positividade dos imóveis foi de 84,3% e do número de fêmeas por imóvel de 77,9% ( $p < 0, 05$ ).

## DISCUSSÃO

As capturas de formas adultas em avaliações realizadas antes do momento da intervenção, com identificação do vetor em 27,9% e 19,1% dos imóveis de Marília e São José do Rio Preto, respectivamente, confirmam a presença do vetor amplamente distribuída nas áreas do experimento. Estudo desenvolvido no município de Santos, estado de São Paulo, com pesquisa de 3.648 imóveis, demonstrou a presença de indivíduos adultos em 39,2% destes, com positividade significativamente maior nos imóveis residenciais (4). O presente estudo confirmou o comportamento endofílico das fêmeas de *Ae. aegypti*, com presença marcante no intradomicílio. Este achado já foi relatado em pesquisas realizadas em área de transmissão de dengue da região oeste de São Paulo por Barata et al. (1), que estudaram a frequência e distribuição espacial da população de *Ae. aegypti* obtendo índices de 0,46 fêmeas/imóvel, com 87,3% dos exemplares capturadas no intradomicílio, e por Domingos (4), no município de Santos, que encontrou 92,4% dos exemplares adultos no intradomicílio, dos quais 57,2 eram fêmeas. Barata et al. (2) também encontraram um percentual acima de 80% relativo à frequência de fêmeas de *Ae. aegypti* no intradomicílio nos municípios de Uchoa e Mirassol.

A mortalidade média obtida em gaiolas-sentinela expostas à nebulização com equipamento portátil, no conjunto das duas áreas (96,5%), apresentou um nível de controle compatível com o preconizado como efetivo pela Organização Mundial da Saúde (19) (superior a 95%). A exceção foi a população de mosquitos de Marília, no ambiente quarto, o qual geralmente se encontra na área mais interna dos imóveis, portanto mais difícil de ser atingido pelo tratamento realizado a partir de janelas e portas de acesso ao imóvel. Este método apresentou resultados significativamente superiores ao tratamento com equipamento acoplado a veículo, especialmente no intradomicílio, onde se encontra a grande maioria das fêmeas do vetor.

A mortalidade em gaiolas-sentinela após o tratamento com equipamento portátil foi o dobro da obtida com equipamento acoplado a veículo. Da mesma forma, a redução da população adulta verificada nas capturas pós-tratamento com equipamento portátil foi o dobro daquela verificada com o tratamento realizado pelo equipamento acoplado a veículo, fato este já comprovado por Mount (11).

Como os métodos de controle de alados visam especialmente à eliminação das fêmeas, por serem elas as responsáveis pela transmissão do vírus e se encontrarem predominantemente no intradomicílio (1, 2, 4), o número de fêmeas capturadas no intradomicílio, pós-tratamento, é um importante indicador do impacto das medidas de controle. Os indicadores da densidade de fêmeas por imóvel e por pessoa têm sido citados como adequados para estimar o risco de transmissão de dengue por vários autores (5, 6, 14).

Verificou-se, portanto, elevada eficácia da nebulização com equipamento portátil em cada uma das áreas do experimento, utilizando-se os indicadores citados acima como método controle da população de adultos. Da mesma forma que na

avaliação da efetividade, este método mostrou-se superior na redução da densidade de fêmeas do vetor. No entanto, a pendência de imóveis sem tratamento pode ser considerada um fator importante para a permanência de imóveis positivos em áreas tratadas com equipamento portátil. Vale assinalar que os quatro únicos imóveis com presença de fêmeas de *Ae. aegypti* encontradas nas capturas pós-tratamento eram imóveis cujo tratamento estava pendente.

A nebulização de imóveis com equipamento portátil é o método de controle de alados preconizado pela SUCEN (SES) no estado de São Paulo para bloqueio de transmissão de dengue (16). No entanto, o impacto desse método na densidade de alados pode ser comprometido por elevada pendência de tratamento de imóveis, aspecto que deverá ser sempre considerado na avaliação operacional.

Para a opção entre as duas metodologias de controle de alados, deve-se considerar o tamanho da área a tratar, a pendência esperada, a disponibilidade de recursos humanos e equipamentos para efetuar o tratamento no tempo necessário ao objetivo pretendido, além de outros aspectos que podem influir na eficácia dos métodos de tratamento.

No controle adulticida com equipamento acoplado a veículo, pelo fato de o jato de inseticida ser dirigido da rua para o imóvel, as gotas da mistura têm o alcance prejudicado por eventos meteorológicos, barreiras naturais e artificiais e também porque o aplicador não tem controle sobre a abertura dos imóveis para facilitar a penetração do inseticida em seu interior. Já na área tratada com equipamento portátil, a aplicação do inseticida, a partir de cada janela e porta, facilita a entrada de gotas no intradomicílio dos imóveis, minimizando, desta forma, a influência climática e de barreiras, pois há controle do operador sobre os locais que o inseticida deve alcançar.

O desenvolvimento deste estudo propiciou a obtenção de conhecimento sobre o comportamento do vetor do dengue no interior do estado de São Paulo, no que se refere à presença de alados em quarteirões e em imóveis, no intradomicílio e peridomicílio, além de fornecer informações sobre os níveis de densidade das formas adultas do vetor do dengue. Conhecimentos sobre a efetividade e o impacto dos dois métodos de controle de alados, amplamente empregados para controle de epidemias de dengue em áreas com realidades urbanas comuns no interior do estado de São Paulo, corroboram as normas técnicas que restringem a aplicação de inseticidas a ultrabaixo volume com equipamento acoplado a veículo em situações de surtos ou epidemias de dengue, não sendo recomendada para o bloqueio da transmissão da doença (3, 16). Por outro lado, foi possível conseguir avanços na padronização das ações para operacionalização desses tratamentos e na avaliação de efetividade e impacto.

## CONCLUSÃO

A aplicação de inseticidas a ultrabaixo volume com equipamento acoplado a veículo é menos eficaz, porém apresenta vantagem operacional ao exigir muito

menos recursos humanos para o tratamento de determinada área quando comparada ao equipamento portátil. Por outro lado, o equipamento portátil, em razão de sua elevada eficácia e efetividade, constitui o melhor método de aplicação de adulticida, principalmente no início de transmissão, pela maior probabilidade de interromper a circulação do vírus.

## REFERÊNCIAS

1. Barata EMF, Costa AIP, Chiaravalloti Neto F, Glasser CM, Barata JMS, Natal D. População de *Aedes aegypti* (L.) em área endêmica de dengue, Sudeste do Brasil. *Rev Saúde Públ* 35: 237-242, 2001.
2. Barata EMF, Chiaravalloti Neto F, Dibo MR, Macoris MLG, Barbosa AACB, Natal D, Barata JMS, Andrighetti MTM. Captura de culicídeos em área urbana: avaliação do método das caixas de repouso. *Rev Saúde Públ* 41: 375-382, 2007.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue*. Brasília, 2009. p. 160.
4. Domingos MF. Aspectos da ecologia de *Aedes aegypti* (Linnaeus) em Santos, São Paulo, Brasil. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da USP], 2005.
5. Focks DA. A Review of Entomological Sampling methods and indicators for Dengue Vectors. WHO, Gainesville, 2003.
6. Focks DA. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control. A practitioner's guide. WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2003.
7. Glasser CM. Estudo da infestação do Estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. São Paulo [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da USP], 1997.
8. Glasser CM, Pereira M, Katz G, Kavakama BB, Souza LTM, Ferreira IB, Rocco IM, Alves MCG. Dengue no Estado de São Paulo: Exemplo da complexidade do problema neste final de século. *Revista Coordenação dos Institutos de Pesquisa II*: 11-20, 1999.
9. Gubler DJ. Dengue and dengue hemorrhagic fever: Its history and resurgence as a global public health problem. In: Gubler, J. and Kuno, G. *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever*, New York. *Cab International* 2: 210-215, 1998.
10. Macoris MLG, Andrighetti MTM, Otrera VCG, Carvalho LR, Caldas-Junior AL, Brogdon WG. Association of insecticide use and alteration on *Aedes aegypti* susceptibility status. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 102: 895-900, 2007.
11. Mount GA. A critical review of ultralow-volume aerosols of insecticide applied with vehicle-mounted generators for adult mosquito control. *J Am Mosq Control Assoc* 14: 305-334, 1998.
12. Nasci RS. A light weight battery-powered aspirator for collecting mosquitoes in the field. *Mosq News* 41: 808-811, 1981.
13. Rezende MG, Falero GC, Macoris MLG, Andrighetti MTM, Takaku L. Instruções para bioensaios para avaliação de aplicações espaciais de inseticidas. *Epidemiol Serv Saúde* 13: 185-190, 2004.
14. Rodriguez-Figueroa L, Rigau-Perez JG, Suarez EL, Reiter P. Risk factors for dengue infection during an outbreak in Yanes, Puerto Rico in 1991. *Am J Trop Med Hyg* 52: 496-502, 1995.
15. Scandar ASS, Vieira P, Cardoso Junior RP, Silva RA, Para M, Sallum MAM. Dengue em São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil, 1990 a 2005: fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos. *BEPA* 7: 4-16, 2010.
16. Secretaria de Estado da Saúde - SES. Superintendência de Controle de Endemias. SUCEN. Normas e recomendações técnicas para a vigilância e controle do *Aedes aegypti* no Estado de São Paulo. São Paulo, 2005. p. 108.
17. WHO-World Health Organization. *Chemical Methods for the control of vectors and pests of public health importance*. WHOPES/97.2. Geneva(1997).
18. WHO-World Health Organization. Reiter P, Nathan MB. *Guidelines for Assessing the Efficacy of insecticidal Space Sprays for Control of the Dengue vector Aedes aegypti*. Geneva (2001).
19. WHO-World Health Organization. *Space spray application of insecticides for vector and public health pest control*. Geneva (2003).
20. WHO-World Health Organization. *Guidelines for efficacy testing of insecticides for indoor and outdoor ground-applied space spray applications*. Geneva (2009).