
CONTROLE EMERGENCIAL DO AEDES AEGYPTI, VETOR DE DOENÇAS EM ÁREAS URBANAS

Norman G. Gratz

4 chemin du Ruisseau, 1291 Commugny, Switzerland

RESUMO: Técnicas para o controle emergencial das populações adultas de *Aedes aegypti* e seu desenvolvimento são revisadas neste documento. Controle de larvas e medidas ambientais apenas retardam a necessidade de controle das populações adultas. Testes em larga escala de aplicações em ultra-baixo-volumes de inseticidas no Sudeste da Asia, América do Sul e Africa, usando aviões, equipamentos terrestres auto-propelidos e pulverizadores manuais resultaram, em muitos casos, em níveis satisfatórios de controle das populações de mosquitos adultos. Aplicações de sumithion, seqüenciais ou dentro dos domicílios, forneceram controle imediato e redução sustentável da população de adultos freqüentemente durando bem além de picos normais de transmissão da dengue. Muitas aplicações em UBV no Caribe não produziram efeitos satisfatórios, mas isto foi considerado como devido ao tipo de construção das casas, à baixa dosagem do produto malathion 96% UBV, ou a tamanhos de gota não adequados. Embora as aplicações de UBV possam fornecer rápido e efetivo controle de vetores durante períodos de epidemias de doenças em áreas urbanas e periféricas, elas não devem ser usadas como medida de controle rotineiro nem como alternativa à redução da população de vetores através de medidas ambientais.

INTRODUÇÃO

A contínua dispersão geográfica e incremento da incidência de arboviroses relacionadas ao *Aedes* (*Stegomyia*) é fator de grande preocupação tanto para as autoridades de saúde como para as populações das áreas de doenças endêmicas. Decidir sobre as técnicas a usar para controlar o principal vetor, *Aedes aegypti* (Linn.), particularmente durante surtos epidêmicos, é um importante problema para as organizações de controle a vetores e a escolha da abordagem a adotar tem sido objeto de recentes debates. Este documento revisará a dispersão das doenças veiculadas pelo *Aedes aegypti* e considerará as opções para o seu controle, especialmente medidas de controle emergencial.

A Dengue e suas formas severas de "dengue hemorrágica" e "síndrome de choque da dengue" (DHF/DSS) estão rapidamente se espalhando em novas áreas e, na América Latina, estão aparecendo em países onde os vetores tinham sido erradicados ou estavam sob efetivo controle. A dengue é agora a doença causada por arbovirus que causa o maior impacto à saúde publica no homem (Pinheiro, 1989). É provável que dengue e DHF continuarão a espalhar-se para qualquer lugar onde os mosquitos vetores são achados em densidades altas o suficiente para permitir transmissão do virus causador.

A incidência da febre amarela (YF) tem crescido em anos recentes com surtos ocorrendo em áreas densamente povoadas na África e Américas. Embora os vetores da febre amarela rural na Africa sejam espécies do subgênero *Stegomyia* e não *Ae. Aegypti* e na América do Sul sejam espécies do gênero *Haemagogus*, todas as grandes epidemias URBANAS desta doença tem sido transmitidas por *Aedes aegypti*.

DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO Aedes Aegypti – SITUAÇÃO ATUAL

Febre Amarela: Embora epidemia de febre amarela não tenha sido reportada nas Américas e, até recentemente na África, durante alguns anos ela permaneceu endêmica em ambos continentes. Em 1988, 2.058 casos de febre amarela (YF) e 1.709 mortes, uma razão de casos fatais (CFR) de 83,0%, foram reportados à Organização Mundial da Saúde (OMS). O período de três anos, 1986-88 foi extraordinariamente ativo para YF, e o total mundial de 5.395 casos e 3.172 mortes (CFR 58,8%) representa o maior número de YF reportado pela OMS em qualquer período de 3 anos desde que os relatórios começaram a ser publicados em 1948 (WHO 1990b). Muitos surtos e epidemias ocorreram próximo a centros urbanos fortemente infestados com *Ae. Aegypti*. Embora a transmissão se dê usualmente por outras espécies de mosquitos em áreas rurais, *Ae. Aegypti* foi um importante vetor em recentes surtos na Nigéria (Nasidi et. Al. 1989); o surto de 1987 ocorreu em uma área densamente povoada de 198 habitantes / km² e foi de um tipo urbano espalhada pelo *Ae. aegypti* (WHO 1987). A população sob risco foi estimada e 4 milhões e foi estimado que 116.000 casos com 24.000 mortes ocorreram no estado de Oyo, Nigéria, ainda que o número de casos oficialmente reportados tenha sido muito menor. A revisão de 3 anos da OMS enfatiza o problema da sub-notificação. Em 7 estudos epidemiológicos levados a efeito sobre surtos de febre amarela nos últimos 25 anos na África, morbidade e mortalidade foram consistentemente sub-reportados em 10-500 vezes; a revisão conclui que durante o período ocorreram provavelmente algo como 444.000 casos e 250.000 mortes na Nigéria ao invés dos números muito menores reportados. Pacientes com febre amarela não raramente são tratados em hospitais urbanos infestados por vetores (Passos et. Al. 1982, OMS 1985). Não pode ser excluída a ocorrência de surtos da febre amarela urbana novamente. Preocupação em relação a este ponto é expressada pela OMS (1990c), já que o *Ae. Aegypti* agora reinfestou a maior parte da América Central e América do Sul, ocupando habitats adjacentes a áreas onde a transmissão endêmica da febre amarela ocorre. Se o agente infeccioso for introduzido no ciclo urbano, a transmissão por *Ae. Aegypti* pode ocorrer, como ocorreu na Nigéria.

Dengue e Dengue Hemorrágica: Embora esforços consideráveis estejam sendo feitos, uma vacina não está ainda disponível para a prevenção da dengue, nem para dengue hemorrágica (Bhamarapravati et al. 1990, Hoke et al. 1987, Marchette et al. 1990). O desenvolvimento de uma vacina para dengue e a seguir para dengue hemorrágica é complicado pela existência de 4 sorotipos do vírus da dengue. Para prevenir uma reação de imunidade à dengue hemorrágica, vacinas individuais contra os 4 sorotipos – o que seria quase impraticável – ou uma vacina polivalente, efetiva contra os 4 sorotipos teria que estar disponível. Devido às grandes populações expostas, é também essencial que a vacina proteja por longo tempo para que seu uso seja econômico. Considerando os baixos níveis de imunização atingidos com o uso de vacinas de longo prazo para febre amarela na África do Sul e América Latina, é de duvidar que um nível de proteção que interrompesse a transmissão, possa vir a ser adquirido por vacinas.

Não há agente quimioterápico disponível para tratamento da doença causada pela febre amarela, dengue ou dengue hemorrágica; apenas medidas de suporte, usualmente em hospital, podem ser aplicadas para evitar a mortalidade. A proporção de casos fatais para

dengue e dengue hemorrágica pode variar desde menos de 1% até algo tão alto como 5%. Onde instalações hospitalares adequadas são disponíveis, o tratamento pode salvar muitos pacientes de dengue e dengue hemorrágica. Entretanto o custo, para o país, de tal número elevado de hospitalizações para tratamento intensivo durante surtos epidêmicos de dengue hemorrágica pode ser muito alto. O custo para a Tailândia da grande epidemia de dengue hemorrágica em 1987, com um número de casos reportados de 171.680 e 896 mortes (OMS 1989), para hospitalização, na maior parte de crianças de 5-9 anos, é estimado em US\$16.000.000 (Ungchusak e Prayura 1988). Uma análise econômica da uma epidemia de dengue foi efetuada em Porto Rico em 1977 (Von Allmen et al. 1979). O custo desta epidemia, que se estendeu de Julho a Dezembro de 1977, envolvendo entre 6.1 e 18.1% da população, ou cerca de 355.000 pessoas, foi calculado em termos de custos diretos, tais como, cuidados médicos e medidas de controle epidêmico, e custos indiretos tais como perdas de produção de trabalhadores doentes e pais de crianças doentes. Custos indiretos foram estimados em US \$3,7 – 10,9 milhões, e o custo total da epidemia foi estimado entre US \$6,0 a US \$15,6 milhões, dos quais as medidas de controle corresponderam a 7,8 – 20,2%. Kouri et al. (1989) reportaram que o impacto econômico da epidemia de dengue / dengue hemorrágica em 1981 em Cuba foi de US\$103 milhões, incluindo US\$43 milhões para controle do vetor, mais os custos dos serviços médicos e perdas salariais.

Dengue e dengue hemorrágica no Sudeste da Ásia e no Pacífico Ocidental: A síndrome da febre da dengue hemorrágica foi primeiramente reconhecida por pediatras em Manila em 1954. Esta forma severa da doença (hemorrágica) desde então espalhou-se através do Pacífico Ocidental, Sudeste da Ásia e Américas e está atualmente entre as 10 maiores causas de hospitalização e morte entre crianças em pelo menos 8 países da Ásia tropical. Uma vez, na Malásia um índice CFR tão alto como 7% foi reportado (Uma Deavi Ayyamani et al. 1986). Aqueles países reportaram pelo menos 1,5 milhão de hospitalizações e 33.000 mortes devidas à síndrome desde seu primeiro aparecimento na década de 1950 (Halstead 1988). A doença é particularmente severa em áreas urbanas com grandes e densas populações humanas e muitos habitats para as larvas e reprodução dos vetores. Mas também tem se espalhado para cidades e vilarejos onde quer que o vetor esteja presente em certa densidade. A incidência tem sido particularmente severa em 4 países no Sudeste da Ásia e no Pacífico Ocidental ao longo dos últimos 8 anos (Tabela 1).

Os números da Tabela 1 não incluem casos de dengue não complicados que não são reportados em nenhum dos países; estes totalizam muitos milhões e causam sérios danos econômicos aos países endêmicos devido a dias de trabalho perdidos e redução da produtividade. Dengue e dengue hemorrágica também aparecem nas Maldivias, Sri Lanka, Índia, Bangladesh, China, Fiji, Polinésia Francesa, Laos, Malásia, Nova Caledônia, Niue, Filipinas e Singapura. Em Singapura, grandes epidemias de dengue hemorrágica ocorreram em 1961-64 e 1966-68; embora um programa de controle do *Aedes* iniciado em 1969 tenha reduzido o índice de *Aedes* por habitação de 25% para cerca de 5%, isto não evitou uma epidemia de dengue hemorrágica em 1973 com 1.187 casos e 27 mortes. O índice de *Aedes* foi em seguida reduzido para 1-2% em 1983, mas epidemias menores ocorreram em 1986, 1987 e em 1989 quando 616 casos e 2 mortes foram relatadas (OMS 1990 a).

Table I. Reported cases and death from dengue haemorrhagic fever in 4 countries of Southeast Asia and the Western Pacific, 1982-90.

Year	Burma		Indonesia		Thailand		Vietnam	
	Cases	Deaths	Cases	Deaths	Cases	Deaths	Cases	Deaths
1982	1,706	49	4,665	255	22,250	159	39,805	329
1983	2,856	83	13,875	491	30,022	231	143,380	1,747
1984	2,323	39	12,710	382	69,597	451	30,496	683
1985	2,666	134	13,588	460	80,076	452	45,107	399
1986	2,192	111	16,421	600	29,030	206	46,266	511
1987	7,292	222	22,765	1,039	171,630	896	354,517	1,566
1988	1,181	65	47,573	1,527	26,926	188	85,160	826
1989	899	52	10,362	464	69,204	480	18,923	178
1990*	5,200	178	13,043	458	102,312	360	—	—

* Data up to November 1990 (Source: WHO Regional Offices for Southeast Asia and the Western Pacific).

Como esperado, a Tailândia, com um ciclo de 3 anos de dengue hemorrágica, teve uma séria epidemia em 1990, com 102.312 casos e 360 mortes até Novembro, enquanto o Vietnam espera um outro surto maior em 1991.

Dengue e dengue hemorrágica nas Américas: O aparecimento da dengue e, mais tarde, da dengue hemorrágica na América Latina seguiu-se à reinfestação pelo *Ae. Aegypti* na maioria dos países dos quais ele tinha sido erradicado durante campanhas de erradicação de âmbito do hemisfério. Estas campanhas, iniciadas por uma resolução da Primeira Conferência da Organização Panamericana de Saúde em 1947, visava o controle da febre amarela urbana através da erradicação do *Aedes aegypti*. O programa inicialmente teve notável progresso e conseguiu erradicar a espécie em 9 países, mas alguns países, notadamente Venezuela e Estados Unidos, não se juntaram aos esforços de erradicação e foram reinfestados. Atualmente, todos os países que estiveram livres do *Ae. Aegypti* foram reinfestados, com exceção do Uruguai, Costa Rica, Ilhas Cayman e Bermudas. A infestação em Cuba foi quase eliminada.

Epidemias de dengue têm ocorrido com frequência crescente em muitos países infestados pelo *Ae. Aegypti* nas Américas. Com maior seriedade há um incremento considerável de dengue hemorrágica desde 1980 (Pinheiro 1989). A dengue hemorrágica tem sido agora reportada em Porto Rico, Jamaica, Honduras, Cuba, Suriname, México, Aruba, Nicarágua, Colômbia, Brasil, Santa Lucia, São Salvador e, mais recentemente, Venezuela. De outubro de 1989 a meados de abril de 1990, a Venezuela reportou 12.200 casos de dengue, dos quais 3.108 foram de dengue hemorrágica com 73 mortes, dois terços das quais ocorreram entre crianças com menos de 14 anos de idade (OMS, 1991). O risco de sérias epidemias de dengue hemorrágica é alto na Bolívia, Brasil, Equador e Paraguai (Pinheiro, 1989). Antes da epidemia na Venezuela, o mais sério surto de dengue hemorrágica nas Américas tinha sido em Cuba em 1981 com 344.203 casos de dengue, 1.109 dos quais foram presumivelmente dengue hemorrágica, com 159 mortes (Guzman et al. 1984).

Controle da transmissão de dengue / dengue hemorrágica: Uma alta prioridade deve ser dada ao controle da doença que causa anualmente milhões de casos, dezenas de milhares de hospitalizações e milhares de mortes. Em 1964, o primeiro Seminário Inter-Regional da OMS para dengue e dengue hemorrágica, em Bangkok, concluiu: "Além do controle do vetor –

Aedes aegypti – não há medidas preventivas ou de controle disponíveis para resolver epidemias de dengue ou ‘chikungunya’ em áreas urbanas” (Halstead 1966). Apesar das consideráveis pesquisas conduzidas para o desenvolvimento de uma vacina contra a dengue e o progresso que está sendo feito, aquela conclusão permanece tão válida hoje como era em 1964.

Como o controle do vetor é a única maneira de interromper ou reduzir a transmissão da doença no momento, métodos de combate aos estágios de larva e adultos que assegurem rápida e sustentável redução de de adultos fêmeas, antes ou durante a ocorrência de um surto ou epidemia, necessitam ser revistos levando em consideração diferentes condições ecológicas e socioeconômicas. Recursos para o controle, disponibilidade de pessoal treinado e urgência na implementação são também fatores a serem considerados.

CONTROLE AMBIENTAL DO Aedes Aegypti

Como o *Ae. Aegypti* em todas as áreas do mundo exceto África reproduz-se principalmente em habitats para as larvas feitos pelo homem, o método ideal de controle seria reduzir o número de habitats de larvas ao ponto que a densidade de mosquitos adultos emergindo fosse rebaixada ao nível que impedisse a ocorrência da transmissão da doença. Tentativas foram feitas em áreas endêmicas de dengue / dengue hemorrágica no Sudeste da Ásia para prevenir a transmissão através de medidas ambientais tomadas pela comunidade. O ensaio mais abrangente foi aquele de Boonluan et al. (1985) na província de Chonburi na Tailândia entre 1982 e 1985. O primeiro ano deste estudo foi dedicado à educação da comunidade, na qual a participação de funcionários da saúde, administradores locais, escoteiros, voluntários, estudantes e professores foram engajados. Eles deram informações sobre o ciclo de vida do vetor, disseram como identificar a fase larval, como proteger vasos com água e remover depósitos não essenciais de água ao redor das casas, e como usar o larvicida temephos granulado quando necessário. Todos os meios de comunicação foram usados. O segundo ano foi dedicado à redução dos focos e aplicação de larvicidas e o terceiro ano à avaliação do que tinha sido atingido pelo ensaio. Geralmente famílias das áreas urbanas foram menos cooperativas do que aquelas das povoações da zona rural. Embora as larvas tenham sido reduzidas em 60-80%, o índice de Breteau permaneceu acima de 100 através do ano, um nível no qual é improvável a redução da transmissão da dengue / dengue hemorrágica, e de fato tal redução não ocorreu. Soon-Young Yoon (1989) revisou outros projetos de participação da comunidade contra a transmissão da dengue hemorrágica no Sudeste da Ásia, chamando a atenção aos erros cometidos ao tentar implementá-los e enfatizando a necessidade de novas pesquisas. Ele advertiu que os resultados dos programas podem ser lentos e que a população, não os líderes, necessitam ser convencidos de que seu bem-estar coletivo está ameaçado. Uma Deavi Ayiamani et al. (1986) conduziu um estudo “KAP” (Conhecimento, Atitude e Prática) em 3 áreas do Território Federal da Malásia, enfatizando que as medidas de controle requerem a cooperação e participação da comunidade. Em seus estudos, a maioria dos entrevistados conheciam a dengue e sua associação com o mosquito. Apesar disto, 82% dos proprietários das casas estocavam água para fins domésticos porque era costume ou conveniente fazê-lo, e 32.4% porque o fornecimento de água encanada era incerto.

Em Cuba, o manejo ambiental encontrou mais sucesso (Gessa e Gonzalez 1986): seguindo-se à aplicação de larvicidas, inseticidas a ultra-baixo-volumes e pulverizações perifocais para reduzir a densidade de *Ae. Aegypti* em 1981, a ênfase foi desviada para a redução de criadouros. A campanha de saneamento ambiental daquela vez empregou cerca de 1200 caminhões e 2.000 homens através do país. Inspetores da campanha foram instruídos para destruir recipientes não usados que pudessem reter água e a limpar com escovas o interior de depósitos de água. Uma proibição foi estabelecida para colocação de água em vasos nos cemitérios e para estocagem de água em recipientes sem tampas; plantio de bromélias foi proibido e os lagos maiores e lagoas foram povoados com peixes larvívoros (medidas que provavelmente tiveram pouco ou nenhum efeito sobre a população de *Ae. aegypti*). Uma brigada de “mulheres controladoras”, organizada para supervisionar as atividades foram autorizadas a impor multas para violações sanitárias. A responsabilidade pela campanha ficou com entomologistas estabelecidos em 60 laboratórios localizados em cada uma das 14 províncias de Cuba e na Ilha da Juventude. Os autores acreditam que esta campanha fornece um bom exemplo de “... como o *Ae. Aegypti* pode ser controlado com sucesso fornecendo recursos financeiros, pessoal, equipamento, suporte governamental e amplo apoio popular.” A campanha estabelece um admirável exemplo, mas as condições que asseguraram seu sucesso não são prováveis de serem encontradas na maior parte dos países da América Latina, Sudeste da Ásia e no Pacífico Ocidental. Em qualquer situação, o controle através de medidas ambientais não assegura a rápida redução da população de *Ae. Aegypti*, necessária quando uma epidemia ameaça ou já irrompeu. Ademais, em um programa de controle ambiental é essencial assegurar tanto a limpeza de recipientes existentes que são ou podem vir ser criadouros como prevenir o acúmulo de novos recipientes que possam vir a servir de criadouros. Von Windeguth et al. (1969) estudaram a acumulação e perdas de habitats de larvas em uma área de 9 quarteirões de uma área residencial no sul da Flórida durante um período de 3 meses. Ao final o número de recipientes foi aproximadamente o mesmo do início, mas 50% dos recipientes marcados no princípio tinham desaparecido e tinham sido substituídos por outros não marcados e por novos recipientes que a população na área de classe socioeconômica mais baixa continuamente colocaram.

Ao planejar controle ambiental, deve-se considerar o número de recipientes a serem eliminados em algumas cidades infestadas com *Ae. Aegypti* e o trabalho ou esforços da comunidade para lidar com eles. Em 1968, quando a população de Bangkok era de apenas 2.32 milhões de habitantes (em 1989 a população era aproximadamente 5.37 milhões), Tonn et al. (1969) estimaram que havia 301.991 casas com algo em torno de 1.815.000 de recipientes adequados para criadouros de *Ae. aegypti* dos quais no mínimo 800.000 eram realmente positivos para larvas. Foi depois estimado que a população de mosquitos adultos era diariamente reposta em quase 1.900.000 *Ae. Aegypti*; taxas de pouso de de 25 mosquitos por homem-hora não eram raras em áreas da cidade que não estavam sob controle por inseticidas. Embora o desenvolvimento urbano deva ter reduzido o número de habitats de larvas no moderno centro da cidade, o número de novos locais de reprodução, como pneus de automóveis e recipientes plásticos deve ser agora enorme.

A eficiente aplicação de larvicidas poderia eliminar a população de larvas em recipientes com água e eventualmente resultar em redução da população de mosquitos adultos. Entretanto, a ausência de impacto imediato na população de adultos limita este método aos períodos inter-epidêmicos. Não obstante, o controle de larvas por larvicidas de baixa toxicidade é o método mais comumente empregado no controle do *Ae. Aegypti* na maioria dos países. Pant e Bang (1972) conduziram um teste em larga escala usando o larvicida temephos ("Abate") em Bangkok, Tailândia, para determinar o grau de controle de *Ae. Aegypti* que poderia ser atingido sob condições semi-operacionais e a redução de mosquitos adultos que poderia resultar do controle levado a efeito sob boa supervisão. A maior parte dos criadouros na Tailândia e em outros países da Ásia são grandes tanques de barro ou cimento colocados dentro ou ao redor das casas para armazenar água. Os autores fizeram 4 aplicações de temephos 1% granulado na dose de 1 ppm em todos os tanques de água e outros recipientes, criadouros de *Ae. Aegypti* em uma área com aproximadamente 3.500 casas. Embora a densidade de adultos tivesse caído para a média de 1.04 mosquitos/homem-hora através do período de 13 meses do teste, a redução de adultos após o primeiro tratamento foi lenta e ainda menor após os tratamentos subseqüentes. O teste foi menos bem sucedido em uma zona de casas mais precárias, com muitos diferentes tipos de recipientes, mais dispersos. Lamentavelmente este tipo de área representa a mais séria do ponto de vista da reprodução do *Ae. aegypti*. Deste modo, embora um eficiente controle larval possa ter sucesso na redução da densidade de mosquitos adultos, a redução seria lenta; as operações de controle deveriam ser implementadas e mantidas em um nível alto, começando bem antes de período previsto da transmissão de dengue/dengue hemorrágica. Os programas de controle de larvas requerem supervisão de perto e muitas vistorias para localizar habitats que podem ter sido esquecidos e não tratados. A não ser que cuidadosas buscas sejam feitas para achar e tratar a maior percentagem possível de focos, é improvável que os resultados justifiquem os dispêndios.

CONTROLE RÁPIDO DAS POPULAÇÕES DE AEDES AEGYPTI

O controle rápido de fêmeas adultas – que se alimentam de sangue – potencialmente transmissoras do vírus, também interromperia a transmissão do agente infeccioso e pararia a epidemia. O período da viremia nos humanos é relativamente curto, 7 dias ou menos (Rosen et al. 1983); o controle efetivo do vetor adulto pode interromper a transmissão de dengue mesmo se conduzido por um limitado período de tempo em uma área urbana endêmica ou nos bairros onde a maioria das transmissões ocorre. Se a área coberta não é grande o suficiente, as operações de controle devem ser repetidas contra os mosquitos que emigram para a área tratada ou contra aqueles que emergiram depois, enquanto o vírus está ainda circulando na população humana. O controle deve ser mantido por várias semanas para assegurar que a transmissão não recrudescerá. Determinar a necessidade de controle do vetor adulto requer um programa efetivo de vigilância, capaz de detectar o início dos casos de dengue/dengue hemorrágica ou significativo incremento de seu número.

ADULTICIDAS PARA O CONTROLE RÁPIDO DO AEDES AEGYPTI

Fumaça : Os dois métodos comuns para o tratamento de áreas extensas com aplicações de adulticidas espaciais são a fumaça inseticida térmica e aplicação de inseticidas

líquidos concentrados, em ultra-baixo-volumes. A fumaça térmica (“fog”) é aplicada com dosagens relativamente baixas de inseticidas, veiculados em óleo diesel ou querosene. Em meados da década de 1960, tais aplicações eram parte integrante dos programas de controle da maior parte dos distritos nos Estados Unidos e ainda são usadas em alguns. Testes foram conduzidos contra *Ae. aegypti* por Jakob (1966) usando vários tipos de concentrados organofosforados. Os resultados mostraram que fumaças térmicas de malathion, fenthion e Dursban (chlorpyrifos) proporcionaram morte efetiva do *Ae. aegypti* em gaiolas de testes. Em testes de campo no Sudeste da Ásia, fumaças térmicas de malathion e outros inseticidas foram eficazes contra *Ae. aegypti*, entretanto o controle da população de adultos livres persistiu por apenas um curto período, de 2 ou 3 dias (Lofgren et al. 1967, Gould et al. 1970, Bang et al. 1972). Embora seja freqüentemente efetiva, a fumaça térmica tem desvantagens já que seu uso envolve a aquisição, transporte e uso de veiculantes como o diesel ou querosene. Há uma contaminação ambiental muito maior do que aplicações em UBV (Ultra-Baixo-Volume) e nas cidades o uso de fumaça constitui um risco ao tráfego de veículos (Taylor e Schoof 1971). Então, após o desenvolvimento do método de aplicação de inseticidas em ultra-baixo volumes, os testes contra *Ae. aegypti* passaram a dar alta prioridade para determinar a eficácia deste no controle.

Aplicações de Inseticidas concentrados em ultra-baixo volumes: Começando em 1968, a Unidade de Pesquisa de *Aedes aegypti*, da OMS, em Bangkok, Tailândia, conduziu uma série de testes de campo com aplicações de inseticidas em UBV para determinar sua eficácia para rápido controle emergencial das populações de *Ae. aegypti* em áreas urbanas. No primeiro teste (Kilpatrick et al. 1970), um avião monomotor Cessna 180 teve nele instalado um equipamento de aplicação em UBV e aplicou malathion na concentração 95%, na dose de 219 ml/hectare sobre três aldeias perto de Bangkok. A dose usada não proporcionou uma distribuição uniforme da faixa de aplicação, nem mortalidade satisfatória de mosquitos em gaiolas ou livres. A dose foi aumentada para 438 ml/ha em uma segunda aplicação. A dose aumentada e a faixa mais estreita proporcionaram mortalidade satisfatória de mosquitos nas gaiolas e uma redução drástica das populações naturais de mosquitos. A penetração nas habitações foi boa, como indicado pelas gotículas de malathion sobre cartões sensíveis e morte de mosquitos em gaiolas dentro das casas. Na área tratada, a oviposição e contagem de picadas foram grandemente reduzidas, sendo a última motivo de satisfação para a população humana; foi concluído que embora fosse necessário um desenvolvimento futuro, os testes mostraram que redução de 90% da população de vetores pode ser atingida, o que poderia retardar a disseminação de epidemia de dengue hemorrágica.

Para dar seguimento ao estudo do potencial da aplicação aérea em UBV, duas aplicações de malathion UBV foram feitas em Nakhon Sawan, 341 km ao norte de Bangkok, com uma população de cerca de 50.000 habitantes (Lofgren et al. 1970). A área da cidade era de cerca de 7.75 km². Para assegurar completa cobertura, uma área de 18 km² foi tratada incluindo cerca de 9.000 casas. Estas eram desde lojas de alvenaria de dois pisos e residências de madeira de população de baixa renda, residências familiares simples construídas em palafitas até uma área de média a alta renda com construções também em madeira mas a maioria sem palafitas. Aplicações de malathion 95% em Ultra-baixo volume foram feitas com 4 dias de intervalo e dose de 438 ml/ha, por um avião C-47 equipado com uma barra de

pulverização montada na fuselagem. A densidade de *Aedes aegypti* era alta antes dos tratamentos, com contagem de de 8.6 adultos/homem-hora e índices premise entre 58 e 94%. O índice de pousos de *Ae. aegypti* foi significativamente reduzido após cada aplicação (95 e 99%, respectivamente); as reduções permaneceram em 89-99% pelo período de 10 dias de observações após tratamentos. Todas armadilhas de oviposição dentro da área tratada foram negativas por 4 dias após a primeira aplicação. Apenas 8% dos mosquitos fêmeas dissecados após tratamento estavam fecundadas, comparado com 30% antes do tratamento e 40% na área testemunha. Os pousos noturnos de outras espécies de mosquitos foram reduzidos em 82-97%. Os autores acreditaram que o alto nível de controle da população de *Ae. aegypti* indicavam que o método poderia ser usado para o controle de vetores durante surtos de dengue hemorrágica. Eles recomendaram estudos adicionais sobre o numero de tratamentos e doses, para reduzir custos. Embora mais caros que os tratamentos terrestres, a rapidez e facilidade para cobrir grandes áreas pelo ar foi considerado mais importante que o custo. Ainda que aplicações aéreas sejam satisfatórias, a falta de aeronaves adequadas, equipamentos de aplicação apropriados e de pilotos experientes, limitava a técnica em muitas áreas do Sudeste da Ásia. A atenção foi então voltada para avaliar a eficácia de aplicações terrestres de inseticidas em UBV para controle das populações de *Ae. aegypti*.

O primeiro teste de aplicação terrestre em UBV foi conduzido por Pant et al. (1971) em dois pequenos subúrbios de Bangkok, cada um com cerca de 2 hectares, com bons sistemas de ruas e no grande subúrbio de Huay Kwang, de 29 hectares, na parte nordeste de Bangkok, com aproximadamente 1.700 casas e 15.000 habitantes. As casas em Huay Kwang eram em sua maioria de dois andares, construção em madeira, cada uma consistindo de 2-4 sub unidades. Elas tinham muitas janelas e suas entradas principais de frente para as ruas, com casas em ambos lados; a maioria das casas eram acessíveis pelas ruas. Uma área não tratada, próxima, foi usada como comparação. Finalmente, a cidade de Sri Racha, cerca de 100 km a sudeste de Bangkok com 1.700 casas e população de 1.600 habitantes também foi tratada. A cidade tinha uma área de 142 hectares e um centro densamente povoado, com lojas e mercados, rodeado por áreas de casas de baixa e alta renda. As ruas dirigiam-se para todas direções e a maioria das casas tinha frente para as ruas. Um pequeno subúrbio de 200 casas a 1,5 km a leste da cidade, com casas semelhantes, foi selecionado como testemunha.

O malathion na concentração de 96% foi aplicado no início da manhã por um gerador UBV a frio LECO montado em um veículo pequeno; a dose foi de 438 ml/ha com o veículo trafegando a 5 km/h. As avaliações foram da taxa de pouso, armadilhas de oviposição, bioensaios, medições de densidade e diâmetro de gotas e, em Sri Racha, também contagem de moscas.

Os resultados foram similares em todas áreas tratadas; dois tratamentos com 3 dias de intervalo reduziram a população de adultos em 99% e levaram cerca de 2 semanas para retornar ao nível pré-tratamento. Houve pouco efeito nas larvas em recipientes externos mas uma significativa redução do número de recipientes positivos dentro das casas. Mais importante, houve uma redução de 90% das taxas de pouso de fêmeas de *Ae. aegypti* 3 dias após o tratamento em Sri Racha e a percentagem de mosquitos-fêmea fecundadas foi de 0%. A percentagem de armadilhas de oviposição foi reduzida, de 84,2% pré-tratamento, para 0%

durante 5 dias após tratamento e foi extremamente baixa até 12 dias. A contagem de moscas foi reduzida de 47-100% um dia após o tratamento em Sri Racha. Os autores concluíram que o método foi eficiente, prático e barato, e poderia ser aplicado a curto prazo mesmo em lugares remotos do país. Se necessário, o tratamento poderia ser complementado pelo uso de geradores UBV manuais ou geradores de fumaça térmica nas casas que não tivessem acesso pelas ruas para os veículos.

Apesar do sucesso dos tratamentos, a Unidade de Pesquisas em *Aedes* (ARU) estava consciente de que a recuperação da população de mosquitos adultos após 2 semanas requereria retratamento, se a transmissão de dengue seguisse ocorrendo. Em testes preliminares de campo, aplicações dentro das casas com fenitrothion, usando um equipamento UBV portátil em doses de apenas 5-14 ml IA/casa, com 2 semanas de intervalo, reduziram grandemente a população de *Ae. aegypti*, a qual permaneceu em um nível baixo por dois meses; uma limitada atividade residual e atividade larvicida dentro das casas provavelmente reduziu o potencial de recuperação da população de mosquitos (Pant e Mathis 1973). Como a capacidade para tratar grande número de casas com equipamentos portáteis era limitada, um teste de aplicações seqüenciais de fenitrothion UBV, feitas com equipamentos montados sobre veículos, foi conduzido (Pant et al. 1973) em uma área de 14 ha no subúrbio de Bangkok com 1.300 casas e população de cerca de 10.000. Cinco aplicações de fenitrothion foram feitas nas doses de 511-1.095 ml/ha, em intervalos de 11-49 dias. Isto resultou em um consistente e alto nível de controle de *Ae. aegypti* por 4-5 meses. Os autores concluíram que um gerador de aerosol LECO montado em veículo como um Jeep, poderia tratar 3.000-4.000 casas por dia e que 4 aplicações seqüenciais de fenitrothion a 580-730 ml IA/ha a intervalos de 10-15 dias poderiam proporcionar alto nível de supressão de *Ae. aegypti* por 4-5 meses. Se o controle fosse iniciado em Abril ou Maio, ele poderia suprimir a população de vetores durante toda a estação chuvosa, quando a maioria dos casos de dengue hemorrágica ocorrem na Tailândia.

Em pequenas vilas isoladas ou cidades, testes de campo foram conduzidos com aplicadores costais Fontan (Wirat e Pant 1973). Seis tratamentos com 856-1.263 ml/ha de fenitrothion 83% UBV, a intervalos de 13-69 dias proporcionaram um alto nível de controle, por 7-8 meses. As taxas de pouso pré-tratamento eram de quase 25/homem-hora. Imediatamente após o tratamento a taxa de pousos e taxas de oviposição foram de zero. Dez semanas após o primeiro e segundo tratamentos, espaçados em 13 dias, a taxa de pousos foi de apenas 5.1/homem-hora, uma redução de 78%. As aplicações em Ultra-Baixo volumes foram feitas por aplicadores caminhando entre as casas e apontando o bocal do pulverizador diretamente para as casas, possibilitando tratamento rápido de toda a vila. O equipamento e o inseticida concentrado são rapidamente transportáveis por veículo ou pelo ar para áreas remotas e podem assim responder rapidamente à necessidade de controlar vetores durante uma epidemia de dengue / dengue hemorrágica.

Quando aplicações foram feitas no interior das casas usando fenitrothion UBV aplicado por atomizadores portáteis, mosquitos adultos foram mortos imediatamente e houve algum efeito residual e ação larvicida. Para estudar o efeito da aplicação de fenitrothion UBV diretamente em quartos e casas (Pant et al. 1947 a). Foram feitas aplicações em uma área residencial de 20 ha no subúrbio de Bangkok, com 1.500 casas e 11.500 habitantes. A dose foi

de 0,1 ml/m² de cada peça, e cada peça foi tratada durante o espaço de tempo de 20 segundos. Dois tratamentos foram feitos com 2 semanas de intervalo. Houve uma imediata redução da taxa de pouso, de 25,2 mosquito/homem-hora para menos de 0,1/homem-hora, ou mais de 99%. As poucas fêmeas coletadas não estavam fecundadas. Com exceção de uma fêmea grávida coletada dentro de casa 121 dias após o tratamento, não foram capturados outros adultos até o sexto mês. Somente 8 meses após o tratamento a população de adultos deu sinais de recuperação, entretanto a taxa de pousos permaneceu em 0,9/homem-hora. De 9-17 meses após o tratamento, as taxas de pouso na área tratada permaneceram de 69 a 92% mais baixas do que na área não tratada. Não foi encontrada oviposição por 8 meses após o tratamento e ela permaneceu muito mais baixa do que a testemunha por algum tempo após. Embora o equipamento portátil usado, o "Mity Moe Sr" não fosse o ideal, o princípio de atingir controle de longo prazo através de aplicações internas de fenitrothion UBV mostrou ser efetivo, produzindo uma imediata e consistente redução dos adultos de *Ae. aegypti*.

Outros testes realizados na Indonésia por Seregeg e Suzuki (1987) compararam aplicações terrestres isoladas, de propoxur e chorphoxim UBV nas doses de 600-677 ml da formulação por hectare (aproximadamente 70 g IA/ha de propoxur e 600 g. IA/ha de chorphoxim) contra *Ae. aegypti*. Na área tratada com propoxur, as taxas de pouso de fêmeas caíram para zero no quarto dia, retornando ao nível pré-controle no sétimo dia; na área tratada com chorphoxim, a densidade de adultos caiu para zero até o décimo dia e após cresceu gradualmente. Lam e Tham (1988) compararam aplicações com equipamento terrestre LECO de malathion e fenitrothion UBV contra *Ae. aegypti* em Ipho, Malásia. Os testes foram avaliados com mosquitos em gaiolas, apenas; o fenitrothion teve bom efeito larvicida e adulticida dentro e fora das casas, mas o malathion teve pouca atividade larvicida.

Devido à preocupação crescente com a dispersão da dengue e da possível disseminação da febre amarela silvestre a localidades infestadas pelo *Ae. aegypti*, a Organização Pan Americana de Saúde também conduziu testes com aplicações UBV de fenitrothion em diversas vilas na Colombia a 45 km de Cartagena (Motta-Sanchez et al. 1978). As vilas tinham uma variedade de tipos de casas mas eram em sua maioria casas de população de baixa renda, com paredes de barro, madeira ou bambu e telhados de metal ou palha. As vilas não tinham fornecimento de água potável e a água era armazenada em recipientes tais como tonéis ou cisternas rasas. Pequenas jarras de argila com água para uso doméstico eram normalmente encontradas dentro das casas. A percentagem de casas positivas para criadouros de *Ae. aegypti* era alta, variando de 62,6 a 75,6% com uma média de 68,5%. As taxas de captura de adultos também era alta, variando de 7,4 a 14,8/homem-hora.

Muitos métodos de aplicação foram usados incluindo uma vila tratada exclusivamente com o equipamento LECO por 10 ciclos, com intervalo de 10 dias, uma tratada por equipamento LECO e pulverizador costal motorizado também em 10 ciclos, e outra tratada em 10 ciclos por pulverizador costal motorizado. Outras vilas foram tratadas por pulverizações perifocais ou residuais com ou sem larvicida temephos. As doses não foram calculadas por hectare, mas por residência, à média de 26,5 cc por casa na vila tratada apenas pelo LECO e 42,6 cc por casa, na vila que recebeu tratamento com LECO e com pulverizador costal motorizado. O ciclo de 10 dias foi usado com base nas experiências na Ásia. Os testes na

Colômbia foram realizados para determinar a eficácia de aplicações UBV sozinhas ou em conjunto com outros métodos de controle emergencial como uma ferramenta para uso na erradicação do *Ae. aegypti*.

As aplicações de fenitrothion UBV, avaliadas pela contagem de mosquitos/homem-hora, armadilhas de oviposição e redução de recipientes positivos foram muito bem sucedidas. Eliminação do *Ae. aegypti* foi atingida na vila tratada pelos dois equipamentos, LECO e costal motorizado e a reinfestação não foi evidente durante 5 inspeções pós-tratamento em ciclos com intervalos de 10 dias, o que se estendeu por dois meses do período chuvoso. Onde apenas o equipamento LECO foi usado, as reduções foram graduais e a completa eliminação não foi atingida, mas a dosagem usada foi considerada muito baixa. Outros métodos tais como pulverização perifocal com e sem larvicida tomam tempo considerável, tanto para aplicar como para fazer efeito e os autores recomendaram aplicações em UBV para uso em surtos de doenças veiculadas pelo *Ae. aegypti*.

Um teste de aplicação de inseticidas em UBV foi realizado em 1979 em Buga, Colombia, 78 km ao norte de Cali, usando um avião monomotor aplicando malathion 96% (Uribe et al. 1984). A área da cidade é de aproximadamente 3.120 ha, com uma população de 100.000 habitantes, em 15.000 residências. As casas não tinham jardins na frente e suas fachadas eram colocadas juntas, formando uma linha contínua na rua, sem espaços entre elas. As portas e janelas da frente eram geralmente mantidas fechadas mas as portas e janelas dos fundos eram abertas durante o dia. As doses aplicadas nos 4 vôos feitos, dois no primeiro dia e dois 6 dias após, variaram de 290 ml/ha a 682 ml/ha. Todos os vôos foram efetuados entre 06:18h e 07:48h. Ambos tratamentos mataram todas as fêmeas de *Ae. aegypti* colocadas em gaiolas expostas dentro e fora das casas. O primeiro tratamento de 290 ml/ha apenas reduziu ligeiramente a população de mosquitos fêmeas livres, entretanto a densidade de machos declinou rapidamente. O segundo tratamento, com 682 ml/ha, produziu 67 e 82% de redução imediata de fêmeas em repouso e capturadas, respectivamente, e completo desaparecimento de machos, com recuperação ao nível pré-aplicação após 11 dias. As aplicações aéreas foram mais fáceis e rápidas que as aplicações terrestres, mas mais caras.

Na África a eficácia de aplicações de malathion nas formas de fumaça térmica e em UBV foi comparada por Bang et al. (1980) perto de Enugu, Nigéria em 1977 e 1978. O objetivo era identificar medidas para supressão temporária das populações nativas de vetores primários da febre amarela, *Ae. aegypti*, *Ae. africanus* (Theobald) e *Ae. luteocephalus* (Newstead). As aplicações de ambos tipos foram feitas por equipamentos portáteis. A formulação de malathion a 5% na forma de fumaça térmica dispersou-se eficientemente através da vegetação e proporcionou mais de 90% de redução de picadas de *Ae. africanus* ao crepúsculo. Entretanto, não houve efeito residual e a população voltou aos níveis pré-tratamento em 5 dias. Em contraste, duas aplicações sucessivas de malathion (50%), em pulverização a frio resultaram em declínio imediato de mais de 95% em mosquitos adultos, seguidas por uma redução da oviposição por 2 semanas. A recuperação da população de mosquitos foi mais lenta após o tratamento de grandes áreas do que quando uma pequena comunidade foi tratada, devido à infiltração de mosquitos vindos de florestas próximas, não tratadas. A neblina UBV penetrou 40 m dentro da floresta a partir dos caminhos percorridos

pelo aplicador. Tendo em vista a simplicidade da operação e do equipamento, os autores acreditaram que esta tecnologia poderia ser usada por pessoal recrutado nas localidades para interrupção da transmissão da febre amarela.

Outros testes contra vetores *Stegomyia* em áreas rurais da Etiópia (Brooks et al. 1977) mostraram que mesmo uma única aplicação de inseticida UBV por avião poderia reduzir as densidades de *Stegomyia* a níveis nos quais a transmissão da doença seria improvável.

Talvez o primeiro relato de aplicações UBV utilizadas para o controle de *Ae. aegypti* durante uma epidemia de febre amarela foi feito por Ribeiro (1973 a) em Luanda, Angola, em 1971. O *Aedes aegypti* não tinha sido encontrado na cidade durante algumas décadas antes da epidemia (Ribeiro 1973b), mas pesquisas mostraram que ele representava 15,3% dos mosquitos capturados ao longo do cinturão suburbano da cidade, com densidade de adultos dentro das residências de 5,2 fêmeas/homem-hora. O principal habitat de larvas eram recipientes de armazenagem de água dentro das casas e o mosquito aparentemente voltava à cidade em pneus usados. Foram efetuados três ciclos sucessivos de aplicação aérea, na dose de 500 ml/ha; as reduções pós-tratamento foram de 84, 83,5 e 96% respectivamente, comparado com a densidade pré-tratamento; a população de mosquitos foi reduzida em 77-98% por 21 dias. Após o último tratamento, todas fêmeas não foram fecundadas por 11 dias.

Os resultados de aplicações em UBV no sudeste dos estados Unidos e no Caribe foram menos consistentes do que aqueles do Sudeste da Ásia, do Pacífico Ocidental e da África. Como parte de um esforço para desenvolver novos métodos no então Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* nos Estados Unidos, Eliason et al. (1970) trataram quatro áreas residenciais de 518 hectares cada no sudeste dos Estados Unidos com aplicações aéreas de temephos e malathion em várias combinações e freqüências. A oviposição foi reduzida em todas as áreas e onde 35,5 ml/ha de malathion foram aplicados duas vezes por semana, a oviposição foi totalmente interrompida por 10 semanas durante o período de 11 semanas de teste. Tendo em vista o sucesso dos testes conduzidos fora dos Estados Unidos, Focks et al. (1987) conduziram testes com aplicações seqüenciais de malathion em New Orleans, LA. Na introdução dos resultados de seus estudos eles observaram que os testes fora dos Estados Unidos tinham usado 2 a 22 vezes mais inseticida do que era permitido nos Estados Unidos; seus próprios testes aplicaram a dose recomendada nos Estados Unidos de 48 ml de malathion IA/ha através de aplicadores LECO montados em caminhões. Repetições de 11 tratamentos seqüenciais aplicados com 12 horas de intervalo durante um período de 5,5 dias reduziram a média de adultos capturados e taxas de oviposição durante o período do tratamento, em 73 e 75%, respectivamente. Eles acharam que a oviposição não foi completamente reduzida porque as fêmeas permaneceram confinadas durante o período do tratamento, ou porque eram mais tolerantes ao pesticida, e que a população de adultos não foi totalmente suprimida devido à contínua emergência. A densidade de adultos recuperou-se ao nível pré-tratamento em uma semana. Eles concluíram que múltiplos tratamentos em aerosol teriam que ser feitos nas então atuais doses permitidas nos Estados Unidos para limitar a disseminação do vírus da dengue se ele fosse introduzido. Eles também concluíram que a aplicação aérea seria o método preferencial em caso de um surto incipiente já que ela produz uma distribuição mais

uniforme do inseticida, é mais rápida e poderia usar doses 5,5 vezes maiores dos que as permitidas nas aplicações terrestres.

Um surto de dengue ocorreu em Kingston, Jamaica, em 1977. Moody et al. (1979) relataram medidas de controle do vetor adotadas através de aplicações terrestres e aéreas de malathion UBV, as quais eles consideraram como tendo sido medidas efetivas como adulticidas e também efetivas para eliminar a epidemia.

Testes em Porto Rico foram descritos pelo Centro de Controle de Doenças (CDC) em 1987 (CDC 1987 a). O sumário destes estudos diz : "... foi incrementado o ceticismo sobre a eficácia de UBV aplicado por veículos para controle de doenças transmitidas por *Aedes*...", e acrescenta "Há muito poucas situações bem documentadas onde UBV tenha tido qualquer impacto real na transmissão". Não foi fornecida a fonte para tal ceticismo e tal ponto de vista não é apoiado pelo sucesso obtido em testes com UBV que foram relatados sobre o Sudeste da Ásia e América do Sul. Os 13 testes do CDC aplicaram malathion ou resmetrina UBV a 124 ml/min, a partir de um veículo movendo-se a 10 milhas (16 km) / hora, pela manhã cedo ou ao final da tarde. Os resultados falharam , não mostrando controle adequado do *Ae. aegypti*, tanto em armadilhas de oviposição como na população adulta de mosquitos em gaiolas como na redução da transmissão da dengue. As populações locais de *Ae. aegypti* aumentaram a tolerância ao malathion e resmetrina; não foi achado que este fato tivesse influenciado a falta de controle, mas sim que o inseticida foi sub-dosado e não atingiu as fêmeas livres. Como anotado, aplicações bem sucedidas na Colombia e Sudeste da Ásia usaram doses muito mais altas do que aquelas recomendadas nos Estados Unidos, que especifica 50 ml/ha, a dose usada em Porto Rico.

Devido aos pequenos resultados com aplicações aéreas de malathion, um estudo foi realizado com aplicações aéreas de Dibrom (naled) 85% contra *Ae. aegypti* em San Juan, Porto Rico, pelo CDC (CDC 1987b). As aplicações foram efetuadas por um avião C-130 começando às 6:00h, usando 5.231 litros de inseticida para tratar 71.634 ha, uma área sendo pulverizada duas vezes com 8 dias de intervalo e uma segunda 3 vezes em três dias consecutivos. Houve grande variabilidade nos resultados, medidos através de armadilhas de oviposição, algumas áreas mostrando substancial decréscimo e outras sem mudanças. Foi concluído: "Nossos resultados mostraram que repetidas aplicações aéreas de inseticidas podem ter um impacto substancial sobre a população de mosquitos fêmeas, adultos." Os resultados positivos indicaram que o método, sob condições ótimas, pode suprimir *Ae. aegypti* urbano quando surtos de dengue parecerem iminentes, mas testes adicionais eram necessários para refinar o método e que não era uma panacéia, devido ao custo.

Chadee (1985) conduziu 4 aplicações de malathion UBV 95% usando um equipamento terrestre LECO montado sobre um veículo em St. Joseph, Trinidad, em 1984. A dose recomendada pelo fabricante do inseticida, 30 ml/min foi aplicada em 1700 ha; a quantidade de ingrediente ativo por área tratada não foi informada. Taxas de pouso e de oviposição mostraram que os tratamentos não foram eficazes para reduzir a densidade da população de mosquitos adultos. A mortalidade média de adultos em gaiolas não passou de 42% e foi significativamente mais alta em gaiolas ao ar livre do que no interior das casas. O autor

concluiu que a pulverização UBV terrestre não penetrou nas casas separadas das ruas por muros de concreto e que as aplicações em UBV podiam ser inadequadas para as condições de Trinidad e, possivelmente, Porto Rico. Como aplicações aéreas foram eficientes contra *Ae. aegypti* dentro e fora das casas na Colombia e ineficientes em Porto Rico e Trinidad, programas de controle deveriam adotar estratégias adequadas às condições locais.

Resultados pobres foram obtidos por Hudson (1986) ao pulverizar Paramaribo, Suriname, em 1982 com malathion 96% usando um equipamento LECO montado em um caminhão. A cidade inteira de 70 km² foi pulverizada duas vezes em dois ciclos, o primeiro de 3 semanas e o segundo de 4 semanas.; as aplicações foram executadas entre 18:00h e 22:00h na dose de 50 ml/ha no primeiro ciclo e de 99 ml/ha no segundo. Houve apenas uma ligeira redução inicial da população de *Ae. aegypti* após as aplicações e nenhuma redução na transmissão da dengue. O autor recomendou que aviões sejam usados para aplicações emergenciais em UBV, já que o tratamento terrestre de áreas tão grandes era muito demorado. Foi considerado que as doses aplicadas foram muito baixas e que experimentos adicionais eram necessários. Os resultados foram menos satisfatórios do que aqueles de Miranda (1979) em uma aplicação UBV em Paramaribo em 1978, quando 10 ciclos de aplicação usando o equipamento LECO resultaram em uma considerável redução do número de casas positivas após tratamento. Aplicações mais freqüentes sobre uma área muito menor podem ter contribuído para os resultados mais satisfatórios.

Perich et al. (1990) compararam aplicações aéreas e terrestres de malathion 91% UBV a 438 ml/ha contra *Ae. aegypti* na República Dominicana. As aplicações terrestres foram feitas com 2 veículos equipados com geradores LECO modelo ULV-500. Avaliações foram feitas através de armadilhas de oviposição, coleta e colocação de mosquitos em gaiolas dentro das casas. Os autores lembraram que Giglioli (1979) estabeleceu que uma redução imediata de adultos de no mínimo 95% era necessária para controlar uma epidemia de dengue. Neste estudo, nem a aplicação terrestre nem a aérea atingiram tal redução. Como em outro lugar do Caribe, uma possível explicação para a baixa eficácia de ambos métodos de aplicação seria que muito poucas gotas de malathion atingiram mosquitos em repouso dentro das casas. Como em Trinidad, as casas eram separadas das ruas por cercas de concreto ou pedra, de 1 m de altura, cobrindo toda a frente das casas.

DISCUSSÃO

Na maior parte dos estudos citados acima, particularmente na Ásia e América do Sul, aplicações de inseticidas em ultra-baixo volumes resultaram em controle altamente efetivo contra populações de *Ae. aegypti*. Nas aplicações terrestres seqüenciais de fenitrothion UBV na Tailândia, um elevado nível de controle foi sustentado por período de tempo que seria apropriado para interromper a transmissão de dengue. Se aplicado antes do início do pico normal de dengue, estas aplicações em UBV podem prevenir a transmissão; de fato, aplicações internas constituídas por dois tratamentos de fenitrothion eliminaram populações naturais de *Ae. aegypti* por 6-7 meses (Pant et al. 1974 a). Entretanto, em uma recente revisão, Gubler (1989) estabeleceu que aplicações em UBV têm pouco ou nenhum efeito sobre populações nativas de *Ae. aegypti*. Estes pontos de vista opostos, baseados em experiências diversas,

podem ser devidos a diferenças nos estudos, incluindo diferentes tipos de habitações nas áreas nas quais os testes foram conduzidos. Diferentes inseticidas, dosagens e tamanho das gotas também contam para explicar muitas das diferenças entre testes que falharam no controle de populações adultas e aqueles que tiveram sucesso. Virtualmente todos os testes no Caribe aplicaram malathion mas usualmente em doses consideravelmente mais baixas do que aquelas usadas na Ásia ou América do Sul. Alguns testes no Caribe calcularam a dose requerida por quilômetro de rua percorrido ao invés de área e conseqüentemente aplicaram menores doses e, em sua maioria o tamanho das gotas do concentrado UBV não estava dentro das recomendações dos fabricantes, de 5-15 micron, o que pode ter proporcionado baixas penetração e dispersão das gotas no ar.

Gubler (1989) também observou que os “venenos” em UBV aplicados em pulverizações perifocais tiveram pouco ou nenhum efeito na transmissão da dengue. Entretanto, aplicações conduzidas em vários outros países durante epidemias de dengue hemorrágica proclamaram ter resultado em subsequente redução na transmissão ou incidência de casos reportados em, entre outros, Semarang, Indonésia (Self et al. 1977) e Porto Rico, CDC (1987 a). Usualmente, reduções foram julgadas apenas através de casos reportados e não por investigações epidemiológicas.

Apesar da falta de evidência epidemiológica, a redução das populações de *Ae. aegypti* foi tão grande e consistente em muitos dos estudos acima, que eles certamente satisfazem o postulado de Giglioli que requer imediata redução de 97% da população de vetores para controlar a transmissão de dengue. Em alguns testes uma boa redução não foi atingida porque o tipo de construção das casas impediu a penetração do inseticida em seu interior ou porque doses inadequadas foram usadas; melhores resultados podem ser obtidos com doses mais altas ou com outros inseticidas, especialmente onde a resistência ao malathion possa causar falha no controle através de aplicações em UBV. No geral, há registros suficientes em que as aplicações em UBV comprovaram eficiência, para justificar o uso do método para controle emergencial do *Ae. aegypti* e para testá-lo em áreas nas quais ainda não o tenha sido. Como as diferenças de eficácia entre malathion e fenitrothion mostram, testes devem ser conduzidos também com outros inseticidas e outras doses.

Usar aplicação em UBV para controle *emergencial* de vetores durante surtos da doença não exclui a necessidade de controle ambiental interepidêmico, com ativa participação da comunidade (Gratz, 1979). Entretanto, se uma doença transmitida por *Ae. aegypti* ocorrer, apenas manejo ambiental é obviamente inadequado e medidas rápidas são necessárias para controlar a transmissão. Até que uma vacina eficiente, segura e prática esteja disponível, aplicações em ultra-baixos volumes de inseticidas eficientes aparenta ser a única medida disponível para o controle emergencial de vetores *Aedes* na maioria das áreas urbanas e suburbanas. As aplicações em UBV não devem ser usadas como controle de rotina, já que elas podem acelerar o desenvolvimento de resistência ao inseticida.

REFERÊNCIAS CITADAS:

- Bang, Y. H., N. G. Gratz and C. P. Pant. 1972. Suppression of a field population of *Aedes aegypti* by malathion thermal fogs and Abate larvicide. *Bull. W.H.O.* 46:554-558.
- Bang, Y. H., D. N. Bown, A. B. Knudsen and V. Ezike. 1980. Ground applications of malathion thermal fogs and cold mists for the control of sylvatic vectors of yellow fever in rural communities near Enugu, Nigeria. *Mosq. News* 40:541-550.
- Bhamarapravati, N., S. Yoksan, T. Chayaniyaothin, S. Angsubphakorn and A. Bunyaratvey. 1987. Immunization with a live attenuated dengue-2-virus candidate vaccine (16681-PDK 53); clinical immunological and biological responses in adult volunteers. *Bull. W.H.O.* 65:189-195.
- Boonluan P., P. Phanurai, W. Samutrapongse and O. Charoensook. 1985. Studies on community participation in *Aedes aegypti* control at Phanus Nikhom district, Chonburi province, Thailand. *Mosq.-Borne Dis. Bull.* 2:1-8.
- Brooks, G. D., O. Neri, N. G. Gratz and D. B. Weathers. 1970. Preliminary studies on the use of ultra-low volume applications of malathion for control of *Aedes simpsoni*. *Bull. W.H.O.* 42:37-54.
- Gratz, N. G. 1979. The organization of *Aedes aegypti* control in interepidemic periods, pp. 129-132. In: *Dengue in the Caribbean, 1977*, Pan. Am. Health Org. Sci. Publ. 375.
- Gubler, D. J. 1989. *Aedes aegypti* and *Aedes aegypti*-borne disease control in the 1990s: top down or bottom up? *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 40:571-578.
- Guzman, M. G., G. Kouri, L. Morier, M. Soler and A. Fernandez. 1984. A study of fatal hemorrhagic dengue cases in Cuba, 1981. *PAHO Bull.* 18:213-220.
- Halstead, S. B. 1966. Mosquito-borne haemorrhagic fevers of Southeast Asia and the Western Pacific. *Bull. W.H.O.* 35:17-33.
- Halstead, S. B. 1988. Pathogenesis of dengue: challenges to molecular biology. *Science* 239:476-480.
- Hoke, C., F. J. Malinoski, K. E. Eckels, R. M. Scott, D. R. Dubois, P. L. Summers, T. Simms, J. Burrous, S. E. Hasty and W. H. Bancroft. 1990. Preparation of attenuated dengue 4 (341750 CARIB) virus vaccine. II. Safety and immunogenicity in humans. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 43:219-226.
- Hudson, J. E. 1986. The 1982 emergency ultra-low volume spray campaign against *Aedes aegypti* adults in Paramaribo, Suriname. *PAHO Bull.* 20:294-303.
- Jakob, W. L. 1966. Thermal fog tests against *Aedes aegypti* (L.) and *Anopheles albimanus* (Weid.). *Mosq. News* 26:118-121.
- Kilpatrick, J. W., R. J. Tonn and Sujarti Jatanasen. 1970. Evaluation of ultra-low volume insecticide dispensing systems for use in a single-engined aircraft and their effectiveness against *Aedes aegypti* populations in Southeast Asia. *Bull. W.H.O.* 42:1-14.
- Kouri, G. P., M. G. Guzman, J. R. Bravo and C. Triana. 1989. Dengue haemorrhagic fever/dengue shock syndrome: lessons from the Cuban epidemic, 1981. *Bull. W.H.O.* 67:375-380.
- Lam, W. K. and A. S. Tham. 1988. A field evaluation of the effectiveness of malathion 96% technical grade and sumithion L-40S against *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Ipoh municipality, Perak, Malaysia. *Trop. Biomed.* 5:81-88.
- Lofgren, C. S., J. E. Scanlon, and Voraphon Israngura. 1967. Evaluation of insecticides against *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in Bangkok, Thailand. *Mosq. News* 27:16-21.
- Lofgren, C. S., H. R. Ford, R. J. Tonn and Sujarti Jatanasen. 1970. The effectiveness of ultra-low volume applications of malathion at a rate of 6 US fluid ounces per acre in controlling *Aedes aegypti* in a large-scale field test at Nakhon Sawan, Thailand. *Bull. W.H.O.* 42:15-25.
- Marchette, N. J., D. R. Dubois, L. K. Larsen, P. L. Summers, E. G. Kraiselburd, D. J. Gubler and K. H. Eckels. 1990. Preparation of an attenuated dengue 4 (341750 CARIB) virus vaccine. I. Pre-clinical studies. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 43:212-218.
- CDC. 1987a. Efficacy of adulticides against *Aedes aegypti* in Puerto Rico. *Dengue Surveillance Summary*. 44. San Juan, CDC, Puerto Rico.
- CDC. 1987b. Efficacy of aerial application of Dibrom 14 against *Aedes aegypti* in San Juan, Puerto Rico. *Dengue Surveillance Summary* 47. San Juan, Puerto Rico.
- Chadee, D. D. 1985. An evaluation of malathion ULV spraying against caged and natural populations of *Aedes aegypti* in Trinidad, West Indies. *Cah. OR-STOM, Ser. Entomol. Med.* 10:1-14.
- Eliason, D. A., J. W. Kilpatrick. 1970. Evaluations of the effect of ultra-low volume aerial application of malathion against *Aedes aegypti* (L.) in Florida. *J. Med. Entomol.* 7:436-437.
- Focks, D. A., K. O. Kloter and C. G. 1970. The impact of sequential ultra-low volume aerosol applications of malathion on the population dynamics of *Aedes aegypti* (L.) in Florida. *J. Med. Entomol.* 7:639-647.
- Gessa, J. A. A. and R. F. Gonzalez. 1979. Program for eradication of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) in the Republic of Panama. *PAHO Bull.* 20:186-193.
- Giglioli, M. E. C. 1979. *Aedes aegypti* in the Caribbean and emergency dengue pandemic of 1977-1978. *Am. Health Org. Sci. Publ.* 313:133-152. In: *Dengue in the Caribbean*, pp. 133-152.
- Gould, D. J., G. A. Mount, J. I. and M. F. Sullivan. 1970. Dengue vectors on an island in the Pacific. *J. Med. Entomol.* 7:499-508.

- Miranda, J. C. 1979. Dengue in Suriname, 1977-1978, pp. 68-70. *In: Dengue in the Caribbean, 1977* Pan. Am. Health Org. Sci. Publ. 375.
- Mocdy, C., C. Bowen-Weight, J. Murray, T. Castle, M. Barrett, G. Dunkley, L. Watson and I. Robinson. 1979. Emergency control of vectors during a dengue outbreak in Jamaica, 1977, pp. 87-92. *In: Dengue in the Caribbean, 1977*. Pan. Am. Health Org. Sci. Publ. 375.
- Motta-Sanchez, A., R. Tonn, L. J. Uribe and L. B. Calheiros. 1978. Comparación de la eficacia de varios métodos de aplicación de insecticidas para el control o la erradicación del *Aedes aegypti* en Colombia. *Bol. Of. Sanit. Panam.* 84:24-36.
- Nasidi A., T. P. Monath, K. DeCock, O. Tomori, R. Cordellier, O. D. Olaleye, T. O. Harry, A. Adeniyi, A. O. Sorungbe and A. O. Coker. 1989. Urban yellow fever epidemic in Western Nigeria, 1987. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 83:401-406.
- Pant, C. P. and Y. H. Bang. 1972. A field trial of Abate larvicide for the control of *Aedes aegypti* in Bangkok, Thailand. *Bull. W.H.O.* 46:416-425.
- Pant, C. P. and H. L. Mathis. 1973. Residual effectiveness of ULV aerosols against *Aedes aegypti* in Bangkok: a study of sumithion and malathion applied by a portable ULV machine. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 4:231-237.
- Pant, C. P., G. A. Mount, Sujarti Jatanasen and H. L. Mathis. 1971. Ultra-low volume ground aerosols of technical malathion for the control of *Aedes aegypti* L. *Bull. W.H.O.* 45:805-817.
- Pant, C. P., M. J. Nelson and H. L. Mathis. 1973. Sequential application of ultra-low-volume ground aerosols of fenitrothion for sustained control of *Aedes aegypti*. *Bull. W.H.O.* 48:455-459.
- Pant, C. P., H. L. Mathis, M. J. Nelson and P. Boonluan. 1974a. A large-scale trial of ultra-low volume fenitrothion applied by a portable mist blower for the control of *Aedes aegypti*. *Bull. W.H.O.* 51:409-415.
- Pant, C. P., L. S. Self, S. Gunawan, M. J. Nelson, Salim Usman and Guno Wiseso. 1974b. Aerial spraying with malathion using a single engine aircraft to control *Aedes aegypti* during an epidemic of dengue haemorrhagic fever at Semarang, Indonesia. (WHO unpublished document WHO/VBC/74.489).
- Parker, J. D., J. M. Kahumbura, R. J. Tonn, E. N. Shikony and Y. H. Bang. 1977. Ultra-low volume applications of malathion for the control of *Aedes simpsoni* and *Aedes aegypti* in East Africa. *East Afr. J. Med. Res.* 4:113-128.
- Passos, A. D. C., C. H. Osanaí, E. F. Raro and R. S. Amaral. 1982. Avaliação de cobertura vacinal anti-malária em Boa Vista, Território Federal de Roraima. *Rev. Brasil Malariol. Doenças Trop.* 34:32-39.
- Perich, M. J., M. A. Tidwell, D. C. Williams, M. R. Sardelis, C. J. Pena, D. Mandeville and L. R. Boobar. 1990. Comparison of ground and aerial ultra-low volume applications of malathion against *Aedes aegypti* in Santo Domingo, Dominican Republic. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 6:1-6.
- Pinheiro, F. 1989. Dengue in the Americas, 1980-1987. *PAHO Epidemiol. Bull.* 10:1-8.
- Ribeiro, H. 1973a. The control of *Aedes aegypti* during the yellow fever epidemic in Luanda, Angola, in 1971. *Bull. W.H.O.* 48:504-505.
- Ribeiro, H. 1973b. Entomological studies during the 1971 yellow fever epidemic of Luanda, Angola. *Mosq. News* 33:568-572.
- Rosen, L., D. A. Shroyer, R. B. Tesh, J. E. Freier and Jih Ching Lien. 1983. Transovarial transmission of dengue viruses by mosquitoes *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 32:1108-1119.
- Sell, L. S., M. J. Nelson, B. Theos and G. Wiseso. 1977. A reduction in hospitalized cases of dengue haemorrhagic fever in Manado (Sulawesi), Indonesia, after aerial spraying with ULV malathion to control *Aedes aegypti*. *J. Med. Assoc. Thailand* 60:482-492.
- Seregeg, J. G. and T. Suzuki. 1987. A ground aerosol trial of OMS-39 and OMS-1197 against *Aedes aegypti* in Jakarta. *Bul. Penelit. Kesehatan.* 15:15-20.
- Soon Young Yoon. 1989. The need for social science research on the community participation for DDF. *Dengue Newsletter.* 11:5-11.
- Taylor, R. T. and H. F. Schoof. 1971. The relative effectiveness of malathion thermal aerosols and ground applied ULV against three species of mosquitoes. *Mosq. News* 31:346-349.
- Tonn, R. J., Y. H. Bang and M. Yasuno. 1969. Water and mosquito populations in Bangkok, Thailand. (WHO unpublished document WHO/VBC/69.166).
- Uma Devi Ayyamani, Gan Chong Ying and Ooi Guan San. 1986. A knowledge attitude and practice (KAP) study on dengue/dengue haemorrhagic fever and the *Aedes* mosquitoes. *Med. J. Malaysia* 41:105-115.
- Ungchusak, K. and K. Prayura. 1988. Dengue haemorrhagic fever in Thailand, 1987. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 19:487-490.
- Uribe, L. J., G. M. Garrido, M. Nelson, M. E. Tinker and J. Moquillaza. 1984. Experimental aerial spraying with ultra-low volume (ULV) malathion to control *Aedes aegypti* in Buga, Colombia. *Bull. Pan Am. Health Org.* 18:43-57.
- Von Allmen, S. D., R. H. Lopez-Correa, J. P. Woodall, D. M. Morens, J. Chriboga and A. Casta-Velez. 1979. Epidemic dengue fever in Puerto Rico, 1977: a cost analysis. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 28:1040-1044.
- Von Windeguth, D. L., D. A. Eliason, J. W. Kilpatrick and W. L. Jakob. 1969. The transitory nature of *Aedes aegypti* larval habitats in an urban situation. *Mosq. News* 29:495-496.

-
- WHO. 1985. Yellow fever in Presidente Prudente, Sao Paulo. Wkly. Epidemiol. Rec. 46:359.
- WHO. 1987. Yellow fever epidemic Nigeria. Wkly. Epidemiol. Rec. 62:155.
- WHO. 1989. DHF situation and activities in the WHO Southeast Asia Region in 1988. Wkly. Epidemiol. Rec. 64:175-176.
- WHO. 1990a. Epidemiology of dengue fever/dengue haemorrhagic fever. Wkly. Epidemiol. Rec. 65:104-106.
- WHO. 1990b. Yellow fever in 1988. Wkly. Epidemiol. Rec. 65:213-219.
- WHO. 1990c. Dengue haemorrhagic fever (DHF), increase in number of cases in the Americas, 1980-1988. Wkly. Epidemiol. Rec. 65:13-20.
- WHO. 1991. Dengue haemorrhagic fever in Venezuela. Dengue Newslett. 16:45-47.
- Wirat Samutrapongse and C. P. Pant. 1973. Sequential application of ULV sumithion for sustained control of *Aedes aegypti* Linn. Use of a backpack portable mist blower. (WHO unpublished document WHO/VBC/73.432).