

Controle de larvas de *Aedes aegypti* através da utilização de *Bacillus thuringiensis* em São Sebastião (DF), Brasil

Control of *Aedes aegypti* larvae using *Bacillus thuringiensis* in São Sebastião (DF), Brazil

Rose Monnerat¹
Carlos M. Soares²
Mirian Dos A. Santos³
Cristiane Oliveira⁴
Cristina Cardoso⁵
Luzia H. C. Lima⁶
Lílian B. Praça⁷
Erica S. Martins⁸
Vinicius F. Dumas⁹
Paulo R. M. Queiroz¹⁰
Felipe R. R. Ramos¹¹
Edison Sujii¹²

Resumo

Dengue é uma doença grave, para a qual não existem medicamentos. O controle da doença, portanto, deve ser feito por meio da eliminação do seu vetor, o mosquito *Aedes aegypti*. A Embrapa, em parceria com a Bthek Biotecnologia, desenvolveu o produto Bt-horus SC capaz de controlar as larvas desse inseto. Tal produto foi utilizado em uma campanha de controle do *A. aegypti* em São Sebastião (DF), onde a população foi capacitada e participou ativamente do combate ao vetor.

Palavras-chave: Dengue. Larvicidas biológicos. Controle.Bti.

Abstract

Dengue is a serious disease, for what there are no available drugs. The control of this disease should be done through the elimination of its vector, the mosquito *Aedes aegypti*. Embrapa Genetic Researches and Biotechnology and Bthek Biotechnology developed a product called Bt-horus SC able to control larvae of this insect. This product was used in a program to control *A. aegypti* in São Sebastião (DF), where the population was trained and participated of vector control.

Keywords: Dengue. Bioinsecticides. Control. Bti

¹ PhD Agronomia. Ecole Nationale Agronomique de Montpellier. Pesquisadora do Centro Nacional de Recursos Genéticos, EMBRAPA; e-mail: rose.monnerat@embrapa.br.

² Engenheiro Agrônomo Bthek Biotecnologia Ltda., Brasília, Brasil; e-mail: carlosmarcelosoares@gmail.com.

³ Dival – Diretoria de Vigilância Ambiental/Secretaria de Saúde do Distrito Federal, Brasília, Brasil; e-mail: miriamvasdf@yahoo.com.br.

⁴ Dival – Diretoria de Vigilância Ambiental/Secretaria de Saúde do Distrito Federal, Brasília, Brasil; e-mail: cristiane.pujol@saude.gov.br.

⁵ Dival – Diretoria de Vigilância Ambiental/Secretaria de Saúde do Distrito Federal, Brasília, Brasil; e-mail: cristiane.pujol@saude.gov.br.

⁶ PhD Bioquímica. Pesquisadora do Centro Nacional de Recursos Genéticos, EMBRAPA; e-mail: Luzia.lima@embrapa.br.

⁷ MSc. Agronomia. Universidade de Brasília – UnB. Assistente do Centro Nacional de Recursos Genéticos, EMBRAPA; e-mail: lilian@cenargen.embrapa.br.

⁸ PhD Biologia Molecular. Faculdades Integradas ICESP/Promove de Brasília; e-mail: es.martins2@gmail.com.

⁹ PhD Biologia Molecular. Faculdades Integradas ICESP/Promove de Brasília; e-mail: es.martins2@gmail.com.

¹⁰ PhD Biologia Animal – Centro Universitário de Brasília – UniCEUB; e-mail:pqsilva@uol.com.br.

¹¹ MSc. Ciências Agrárias. Universidade de Brasília – UnB; e-mail: liperamos81@yahoo.com.br.

¹² PhD Agronomia. Pesquisador do Centro Nacional de Recursos Genéticos, EMBRAPA; e-mail: edson.sujii@embrapa.br.

1 Introdução

A Dengue é uma arbovirose que afeta mais de 100 países, ocasionando hospitalizações e mortes. É transmitida principalmente pelo *Aedes aegypti*, um mosquito originário do continente africano, que se adaptou em ambientes urbanos tropicais e subtropicais (CHIARAVALLOTTI-NETO, 1997). Além de representar uma ameaça na transmissão de doenças, a presença de grandes populações de mosquitos causa incômodos, prejuízos ao turismo e limitações ao trabalho e ao lazer. Em razão dos problemas e ameaças que representam para a sociedade, as populações de mosquitos devem ser monitoradas e, com frequência, é necessária a utilização de medidas de controle dessas populações nos ambientes urbanos e rurais.

O combate às larvas dos mosquitos em seus criadouros, quando a sua eliminação física não é viável, pode ser realizado com a aplicação periódica de larvicidas (PAHO, 1994). No Brasil, o larvicida mais utilizado para o controle do *A. aegypti* é o Temefós. Entretanto, a utilização contínua desse inseticida organofosforado tem selecionado populações de mosquitos resistentes (MACORIS et al., 1999). Assim, o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), do Ministério da Saúde, iniciou a utilização de biolarvicidas à base de *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), tendo adquirido em 2002 cerca de 300 toneladas do produto (VILARINHOS, 2002). Essa compra é frequente e o biolarvicida tem sido empregado na rotina de trabalho do Programa Nacional de Controle da Dengue, sistematicamente, em todos os locais onde foram detectadas populações de *A. aegypti* resistentes ao Temefós.

É importante salientar que não existiam empresas capacitadas a produzir larvicidas à base Bti em escala industrial no Brasil, o que deixou o país totalmente dependente da importação. As multinacionais comercializam o produto em grandes quantidades, em grandes embalagens e não capacitam os usuários a utilizá-lo. Como consequência, o Ministério da Saúde precisa disponibilizar área para estocar o produto por longos períodos, seus funcionários precisam abrir e fracionar as embalagens e, muitas vezes, deixam-nas abertas por algum tempo até que o produto seja totalmente utilizado, o que acarreta perda de eficiência e prejuízo ao PNCD.

Em face desse problema, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e a Bthek Biotecnologia Ltda desenvolveram o Bt-horus SC, produto capaz de controlar

larvas do mosquito transmissor da dengue. Esse produto foi desenvolvido na forma de suspensão concentrada, está registrado na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e mostrou eficiência comparável aos biolarvicidas atualmente empregados pelo PNCD (MONNERAT et al., 2008). Cabe salientar que, devido ao desenvolvimento desse produto, a Bthek Biotecnologia recebeu o primeiro lugar do prêmio Finep de Inovação Tecnológica, categoria produto, na região Centro-Oeste, em 2007.

Segundo dados da Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde (DIVAL), uma das áreas mais propícias para ocorrência de dengue no Distrito Federal é a cidade de São Sebastião. Essa cidade enfrentou importantes surtos de dengue nos anos de 2001 e 2002, representando 10,3% e 67,7 %, respectivamente, do total de casos autóctones registrados no DF naqueles anos. Além disso, segundo dados da Secretaria de Saúde do Distrito Federal, o Índice de Infestação Predial (IIP) dessa cidade tem crescido nos últimos anos. Por essa razão, São Sebastião foi escolhida para a realização de um trabalho pioneiro de utilização do biolarvicida Bt-horus SC.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de um produto à base de *Bacillus thuringiensis* e de medidas participativas e socioeducativas da comunidade, na redução de índices de infestação do mosquito *Aedes aegypti*.

2 Metodologia

Sabendo-se previamente que apenas a aplicação do produto não surtiria o efeito esperado, foram organizadas frentes para que o lixo e os entulhos da cidade fossem removidos. Para que o trabalho fosse realizado de modo eficiente, ele foi dividido em cinco etapas:

2.1 Limpeza da cidade, capacitação das equipes para o desenvolvimento do projeto e determinação do índice de infestação do mosquito vetor

A cidade de São Sebastião (DF) sofreu um mutirão de limpeza, realizado nos meses de dezembro de 2006 e janeiro de 2007 e, sob a responsabilidade da Belacap. Vários meios de comunicação foram utilizados para motivar a população a colaborar com a remoção de lixo e entulho.

A determinação do índice de infestação do mosquito vetor e a aplicação do produto foram realizadas pelos agentes da Diretoria de Vigilância Ambiental (DI-

VAL) da Secretaria de Saúde do Distrito Federal. Agentes de saúde, líderes comunitários e funcionários da Belacap receberam um curso de capacitação, que abordou, entre outros tópicos, a importância da dengue e metodologias alternativas (mecânica e biológica) para eliminação de criadouros dos mosquitos. Um roteiro de instruções/procedimentos para orientação nas visitas de distribuição do biolarvicida foi preparado e distribuído aos agentes que realizariam as visitas.

Para a determinação do índice de infestação do mosquito vetor, foi realizado na primeira semana de janeiro de 2007 o Levantamento Amostral do Índice de Infestação do *A. aegypti* (LIRAA) em São Sebastião, pelos agentes da Dival. Essa metodologia, proposta pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), permite um diagnóstico rápido da situação da cidade em relação à presença do mosquito no local. As áreas trabalhadas nessa amostragem foram pré-definidas pela Dival. Além disso, durante todo o período de desenvolvimento do projeto, os agentes de saúde coletaram dados para a determinação mensal do Índice de Infestação Predial (IIP), que consiste em determinar a porcentagem de casas com presença de criadouros do *A. aegypti*.

2.2 Biolarvicida Bthorus^{sc}

O bioinseticida utilizado neste trabalho foi o BtHorus^{sc}, doado pela empresa Bthek Biotecnologia. Trata-se de uma suspensão concentrada à base de *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* na concentração de 1,2% e de coloração marrom, com atividade mosquitocida.

2.3 Distribuição do biolarvicida

No início dessa fase (20/01/2007), foi realizada uma feira preparada pelas instituições participantes do projeto: Dival, Embrapa, Bthek, Emater, Secretaria de Educação e associações locais. Na ocasião, foram mostrados insetos, ambiente simulado para o desenvolvimento do mosquito, distribuídos panfletos e outras ações visando informar e preparar os cidadãos para a recepção e aplicação do bioinseticida Bt-horus.

A partir do dia 22 de janeiro de 2007, o bioinseticida foi distribuído em frascos de 30 ml, quantidade suficiente para dois meses de trabalho. Dezesete mil residências receberam o produto. Foi determinado um local para que a população pudesse receber mais produto, caso terminasse o que foi inicialmente doado.

Um folheto com as instruções de aplicação foi distribuído junto com o frasco do bioinseticida.

Os agentes de saúde da Dival, que, em sua rotina normal de trabalho, visitam e inspecionam as residências, foram instruídos a falar da importância do manejo do lixo e outros tipos de criadouros não tratáveis para evitar o surgimento de novos focos, e reforçaram as informações de utilização do biolarvicida.

2.4 Aplicação do produto

Foi recomendada à população que fosse aplicado uma gota do produto em cada possível criadouro como, vasos de plantas, ralos de banheiros e piscinas, calhas, locais em que, em geral, fica acumulada água. Para caixas d'água, foi recomendado o fechamento e não aplicação do produto. A aplicação foi feita a cada 15 dias, durante três meses.

2.5 Acompanhamento do projeto

Durante os meses de março a junho de 2007, técnicos da Dival, da Embrapa e da Bthek fizeram visitas às casas para verificar se a aplicação estava sendo feita de forma correta e para coletar dados para a determinação do Índice de Infestação Predial.

3 Resultados e discussão

Realizar o controle da dengue em uma cidade como São Sebastião não é tarefa fácil. A inexistência, até o momento, de uma vacina eficaz, associada ao poder de adaptação do vetor em áreas urbanas e densamente povoadas, tornam a prevenção da doença um grande desafio a ser enfrentado pelos governos e pela sociedade (FREITAS et al., 2011).

Estudos têm apontado, a partir de experiências em diversos países, alguns componentes e áreas de atenção prioritária com grande potencial de impacto no controle das epidemias de dengue, aos quais devem ser direcionados os investimentos. Dentre eles, destacam-se: o reconhecimento precoce da epidemia, bem como seu alerta; o diagnóstico laboratorial da doença; o controle do vetor; a atenção aos pacientes; a formação dos profissionais; a investigação epidemiológica; e a transparência nos meios e formas de comunicação (RIGAU-PÉREZ; CLARK, 2005). Como ponto estratégico, recomendam, nos países onde a dengue é endêmica, que se estabeleçam ações

intersectoriais, com coordenação central nos diversos níveis de governo, apoio financeiro e político. As ações intersectoriais de controle e prevenção da dengue devem envolver diversos setores do poder público e da sociedade – áreas de habitação, limpeza urbana, saneamento e educação, dentre outras – e requerem a articulação desses setores para a obtenção de resultados positivos (TEIXEIRA; MEDRONHO, 2008).

A limpeza da cidade pela Belacap, em sistema de mutirão, possibilitou a remoção de cerca de 30 toneladas de lixo e entulhos.

Duzentas pessoas, como agentes de saúde e agentes da saúde da família da Secretaria de Saúde do Distrito Federal, médicos dos postos de saúde de S. Sebastião, funcionários da Administração Regional, da Belacap, líderes comunitários, estudantes da Embrapa e funcionários da Bthek Biotecnologia foram capacitados para prestarem informações sobre o projeto.

O Levantamento de Índice Rápido de Infestação por *A. aegypti* (LIRAA) em São Sebastião, no início de janeiro, quando o projeto teve início, foi de 4,06. Segundo a Organização Mundial de Saúde, o valor do LIRAA, acima de 3,9, é considerado risco eminente de epidemia, mostrando assim, que a cidade estava numa situação ainda mais grave do que se acreditava no início do projeto.

O eixo dos programas de controle da dengue tem sido o combate aos mosquitos vetores mediante a vigilância vetorial e a aplicação de inseticidas, que vem apresentando baixa eficácia e altos custos. Essas atividades de controle vetorial têm sido insuficientes para interromper o processo de transmissão (MACIEL et al., 2008).

Durante a feira realizada no início dessa fase, cerca de quinze mil moradores de S. Sebastião foram capacitados a reconhecer larvas, adultos e criadouros do *A. aegypti*, receberam panfletos, assistiram a um teatro sobre dengue e foram avisados que receberiam o biolarvicida.

Nos três dias de distribuição do produto, 75% das famílias da zona urbana de São Sebastião receberam o biolarvicida. Os outros moradores foram visitados no fim de semana subsequente pelos líderes comunitários e também receberam o produto. Esse fato é muito importante e deve ser considerado pelo programa atual de controle da

dengue, pois os tratamentos de criadouros são efetuados pelos agentes de saúde que visitam as casas e aplicam o produto. Como esses agentes normalmente não trabalham nos fins de semana, 25% das casas ficam sem tratamento, representando um altíssimo índice de pendência.

A distribuição do biolarvicida na área rural foi realizada com o auxílio da Emater e dos líderes comunitários da zona rural. Todas as famílias foram visitadas e 96% delas receberam o produto e as instruções de uso. Os 4% das famílias restantes receberam o produto no final de semana subsequente.

Houve participação da comunidade escolar e os alunos receberam orientação quanto à correta utilização do Bt-horus SC, para que seus pais fossem corretamente orientados. As crianças capacitadas a reconhecerem os criadouros e larvas do mosquito se tornaram grandes aliadas ao programa.

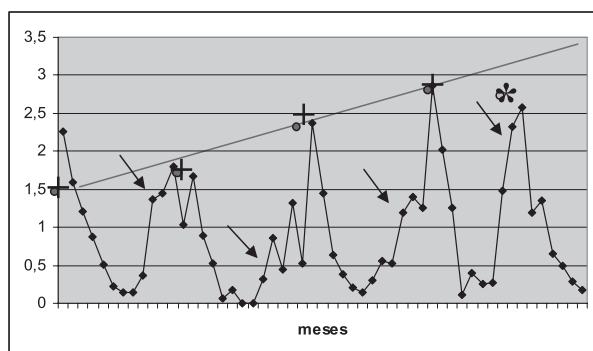
Foram elaborados e desenvolvidos 18 projetos. A maior parte das escolas produziu materiais informativos como livros, folhetos, cartazes que foram distribuídos à população residente próxima a área de cada escola. Escolas de Educação Infantil prepararam cartazes e desenhos. O “Centrão” optou por organizar um “Carnaval da Dengue” e, durante o evento, um trio elétrico percorreu a cidade divulgando o problema.

Durante essa manifestação, foram realizadas cinco paradas em pontos estratégicos da cidade, nas quais os alunos recitaram poesias, fizeram um sarau e apresentaram uma peça teatral. Alguns professores fizeram visitas domiciliares com os alunos para verificar a presença de locais favoráveis ao desenvolvimento do mosquito. Essas atividades foram desenvolvidas durante todo o projeto.

Durante toda a execução do projeto, os técnicos da Dival continuaram a realizar as avaliações do Índice Predial, além de visitarem diariamente as casas de São Sebastião, esclarecendo as dúvidas da população.

Os dados do Índice de Infestação Predial (IIP) fornecidos pela Dival mostraram que, após o início do projeto, os valores foram decrescentes, atingindo 0,5 no final do mês de abril. A fim de termos uma ideia da variação dos valores desse índice em São Sebastião, foi construído um gráfico com valores mensais desde 2003 (Figura 1).

Figura 1 - Valores do Índice de Infestação Predial (IIP) obtidos mensalmente de fevereiro de 2003 a junho de 2007. Esses valores foram fornecidos pela Diretoria de Vigilância Ambiental (Dival) /Secretaria de Saúde do Distrito Federal. Os pontos do gráfico indicam meses a partir de fevereiro de 2003. O símbolo + representa os meses de março, as setas, os meses de dezembro e o símbolo * o início do trabalho em dezembro de 2006. A linha representa a curva de tendência.



O projeto foi iniciado no mês de dezembro de 2006 (em * na Figura 1), quando foi registrado o maior Índice de Infestação Predial nesse período, desde o ano de 2004. Neste mês, o Índice de Infestação Predial foi 2,58 e, a partir de então, decresceu, atingindo o valor de 0,17 no mês de junho de 2007. Em janeiro, o IIP foi de 1,20 e o LIRAA foi de 4,06.

Pode-se observar que, a partir do ano de 2004, o mês de maior infestação predial foi o mês de março. De acordo com a curva de tendência desenhada para o referido mês, era esperado que o valor de março fosse superior a 3 e o valor foi de 0,66.

Não se pode afirmar que esse resultado seja fruto apenas da distribuição e utilização do biolarvicida, mas, certamente, o produto, aliado a toda a movimentação que o projeto causou na cidade de São Sebastião, influiu positivamente para a redução da infestação e da ausência de uma epidemia na cidade.

Cabe salientar que o alto número de residências vazias durante a semana, não permitindo contato com os moradores, é uma grande barreira no combate ao *A. aegypti*. Além disso, o ciclo de visitas hoje estipulado no Programa Nacional de Controle da Dengue do Ministério da Saúde é, a cada dois meses, o que dificulta muito o controle da doença. Recebendo o produto e sendo capacitada a utilizá-lo, a população se torna parceira, participando ativamente da campanha. Por outro lado, diversos

trabalhos demonstraram que os biolarvicidas à base de *B. thuringiensis* têm persistência curta, em torno de vinte dias, em função do local de aplicação (VILARINHOS; MONNERAT, 2004; MONNERAT et al., 2006; ZEQUI et al., 2005). Portanto, o ciclo de visitas dos agentes de saúde para tratar os criadouros deveria ser mais frequente e com isso o controle se tornaria mais efetivo.

O projeto foi inovador na utilização de biolarvicidas pela própria população. Foram registrados no período 70 casos confirmados de dengue, sendo que 80% deles estavam restritos a três conjuntos de um bairro, numa população de 90.000 habitantes. Desses 70 casos, nenhum chegou a óbito.

4 Considerações finais

Os resultados indicam que a estratégia de combate à dengue utilizando bioinseticida, à base de *B. thuringiensis*, pela população de S. Sebastião, foi eficaz na redução dos índices de infestação pelo mosquito *A. aegypti*.

Nesse contexto, propõe-se o desencadeamento das práticas de educação permanente em saúde com discussões do processo de trabalho e levantamento de propostas de intervenção, envolvendo todos os segmentos relacionados ao problema: gestores, comunidade, trabalhadores e prestadores de serviços de saúde do Sistema Único de Saúde - SUS, conselhos municipais de saúde, assim como outros segmentos, como associações comerciais. A parceria com conselhos de engenharia e arquitetura pode desencadear um estudo das ações de saneamento básico nos municípios, como também, um mapeamento das estruturas das moradias e edificações e a influência dela no controle do vetor; os centros meteorológicos, com estudos de utilização da previsão climática e a epidemiologia; entre outros. Uma instância, em que as equipes podem ser estimuladas a discutir suas facilidades e dificuldades e apresentarem propostas de intervenções, que devem ser valorizadas e analisadas quanto à sua aplicabilidade e governabilidade, constitui-se em um espaço no qual se concebe discutir planos de estudos, projetos e capacitações, gerando, assim, resultados de caráter técnico e social.

Referências

- BRASIL. Ministério da Saúde. **Diagnóstico rápido para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil – LIRAA: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- CHIARAVALLOTI-NETO, F. Descrição da colonização de *Aedes aegypti* na região de São José do Rio Preto, São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 30, n. 4, p. 279-285, jul./ago., 1997. doi: 10.1590/S0037-86821997000400002
- DENGUE transmission and *Aedes aegypti* control in Brazil. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON INVERTEBRATE PATHOLOGY AND MICROBIAL CONTROL (ICIPMC), 8., 2002. **Documentos**. Brasília: EMBRAPA, 2002. p. 55-57
- FREITAS, R. M.; RODRIGUES, C. S.; ALMEIDA, M. C. M. Estratégia intersetorial para o controle da dengue em Belo Horizonte, Brasil. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 773-785, jul./set. 2011. doi: 10.1590/S0104-12902011000300020.
- MACIEL, I. J.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J. B.; MARTELLI, C. M. T. Epidemiologia e desafios no controle do dengue. **Revista de Patologia Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 111-130. maio/jun. 2008.
- MACORIS M. L. G. et al. Alteração de resposta de suscetibilidade de *Aedes aegypti* a inseticidas organofosforados em municípios do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 521-522. out. 1999. doi: 10.1590/S0034-89101999000500013
- MONNERAT R.G. et al. Avaliação de diferentes larvicidas para controle do *Aedes Aegypti* em simulação das condições de campo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Brasília, n. 123, p. 1-15, jun. 2006.
- MONNERAT R.G. et al. Bt-horus, um biolarvicida à base da *Bacillus thuringiensis* para controle de larvas de *Aedes aegypti*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 220, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, Set. 2008.
- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. **Dengue and dengue hemorrhagic fever in the Americas: guidelines for prevention and control**. Scientific Publication n° 548, Washington: PAHO, 1994.
- RIGAU-PEREZ, J. G.; CLARK, G. G. Cómo responder a una epidemia de dengue: visión global y experiencia en Puerto Rico. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington DC, v. 17, n. 4, p. 282-293, Apr. 2005.
- TEIXEIRA, T. R. A.; MEDRONHO, R. A. Indicadores sociodemográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 9, p. 2160-170, set. 2008. doi: 10.1590/S0102-311X2008000900022
- VILARINHOS, P. T. R.; MONNERAT, R. Larvicidal persistence of *Bacillus thuringiensis israelensis* formulations to control *Aedes aegypti* larvae. **Journal of the American Mosquito Control Association**, New Jersey, v. 20, n. 3, p. 311-314, Sep. 2004
- ZEQUI, J. A. C. et. al. Eficácia e persistência de dois formulados de *Bacillus thuringiensis* subesp. *israelensis* no controle de *Aedes aegypti* em condições simuladas de campo. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 9, 2005, Recife. **Anais...** Recife: Siconbiol, 2005. p. 194-194.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todas as pessoas que participaram da execução deste projeto e, especialmente, à população, aos professores e aos alunos das escolas de São Sebastião.