

RESÍDUOS DE MALATIONA EM VESTIMENTAS DE EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL, APÓS LAVAGENS USADOS EM NEBULIZAÇÕES NO CONTROLE DO *Aedes Aegypti*

MALATHION RESIDUE IN PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT CLOTHING AFTER WASHING USED IN NEBULIZATION IN THE CONTROL OF *Aedes Aegypti*

Solange Papini

Supervisão Técnica de Saúde da Secretaria de Saúde do Município de São Paulo
solange_papini@yahoo.com.br

Eliane Vieira

Instituto Biológico, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo
vieiraeliane@biologico.sp.gov.br

Thais Salomão Leme

Secretaria Estadual da Educação de São Paulo
thathasalomao@hotmail.com

Regina Cristina Batista Ferreira

Instituto Biológico da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo
reginacbferreira@hotmail.com

Luiz Carlos Luchini

Instituto Biológico da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo
luchini@biologico.sp.gov.br

RESUMO

A dengue afeta milhares de pessoas por ano, e é um dos maiores desafios para a saúde pública em todo o mundo. Uma das medidas é o controle químico do mosquito *Aedes aegypti* é a nebulização do inseticida malationa grau técnico 96% diluído em óleo vegetal (1:2, v/v). Para essa atividade os trabalhadores devem utilizar equipamento de proteção individual (EPI), entretanto, esse procedimento pode causar riscos ocupacionais. Assim, este trabalho, analisou fragmentos de vestimentas do EPI utilizados pelos agentes de zoonoses de Supervisão de Vigilância em Saúde. Amostras de camisas de EPI limpas, porém usadas durante a atividade de nebulização em campo foram submetidas à extração com 60 mL de hexano, sob agitação mecânica por 30 minutos. Todos os extratos foram analisados por cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama. Os resultados mostraram que uma camisa apresentou malationa em concentrações variáveis, mesmo após ser lavada, indicando que a lavagem com água e sabão não removeu totalmente o inseticida.

Palavras-chave: organofosforado. Dengue. *Aedes aegypti*. Saúde ocupacional.

ABSTRACT

Dengue affects thousands of people each year, making it one of the biggest challenges to public health worldwide. Controlling the mosquito is done by chemical nebulization. Technical grade insecticide malathion 96% diluted in vegetable oil (1: 2, v / v) is used in the control. For this activity workers must use personal protective equipment (PPE), although, this procedure can cause occupational hazards. This work examined PPE's clothing fragments used by zoonoses agents of Surveillance Supervision Health. Samples of PPE used during fogging activity in the field were washed and analyzed. Extraction was made with 60 mL of hexane, under mechanical stirring for 30 minutes. All

Recebido em: 22/10/2015

Aceito para publicação em: 09/05/2016

extracts were quantified by gas chromatograph with flame ionization detector. The results showed that PPE can contain malathion in even after being washed, indicating that washing with soap and water not removed completely the insecticide malathion.

Key words: organophosphate. Dengue. *Aedes aegypti*. Occupational health

INTRODUÇÃO

A dengue é uma virose cujo principal vetor urbano é o mosquito *Aedes aegypti* (SUCEN, 2014), sendo atualmente é a mais importante arbovirose que acomete o ser humano e uma das principais endemias no Brasil (FIGUEIREDO, FONSECA, 2004). Para o controle dessa doença são desenvolvidas várias ações baseando-se principalmente na orientação da população quanto aos cuidados para se evitar a proliferação do mosquito vetor (PAPINI, 2012). Mas em algumas situações pode ser utilizado o inseticida malationa, organofosforado que atua inibindo a acetilcolinesterase (AChE) de animais e seres humanos (LARINI, 1999; VALCHEV *et al.*, 2008). Esse inseticida é solúvel em água, embora apresente maior solubilidade em solventes orgânicos (EXTOXNET, 2015). No controle da dengue, o malationa é usado em concentrações elevadas, sendo o malationa grau técnico 96% dissolvido em óleo vegetal e aplicado por meio da nebulização para eliminação de insetos adultos (ARAGÃO *et al.*, 1988; BRASIL, 2001).

As atividades laboriosas decorrentes da manipulação do malationa podem expor os trabalhadores a uma série de riscos à saúde, especialmente intoxicações agudas. No que diz respeito às atividades de controle da dengue com o uso de malationa, similar ao que ocorre na agricultura, a eliminação dos riscos é praticamente impossível, por isso, devem ser adotadas as práticas necessárias à sua minimização, que neste caso inclui o uso dos Equipamentos de Proteção Individual – EPI (BRASIL, 2015; KEIFER, 2000; NICOL, KENNEDY, 2008; SÃO PAULO, 2015; VAN DER *et al.*, 2004), que devem apresentar o certificado de aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego - MTE.

Nas aplicações de agrotóxicos na agricultura e no controle de pragas e vetores urbanos o EPI recomendado constitui-se de um conjunto composto por calça, blusa de manga longa, jaleco costal, boné tipo touca árabe e avental confeccionados em algodão, botas, luvas e máscaras com filtro. Alguns EPI possuem a calça, a blusa e a touca árabe com tratamento hidrorrepelente e antiaderente nos fios. De acordo com a Norma Regulamentadora 31 (BRASIL, 2015) e São Paulo (2015), o uso de EPI nas atividades com agrotóxicos é obrigatório desde a preparação da calda até a lavagem dos equipamentos e maquinários utilizados em todas as etapas do procedimento. O EPI para ser eficaz deve ser conservado, higienizado e guardado de forma adequada (GARRIGOU *et al.*, 2008; LEME *et al.*, 2014; VEIGA *et al.*, 2007). Mesmo seguindo as orientações quanto a esses aspectos recomendadas pelo fabricante, os EPI podem ser usados algumas vezes na atividade, variando de 10 a 20 vezes de acordo com o fabricante.

Para otimizar o serviço de controle de zoonoses em atividades que não envolvam o uso de inseticidas, unidades de Vigilância Ambiental de Supervisões de Vigilância em Saúde (VA-SUVIS) propuseram o uso desse equipamento de acordo com o número de vezes recomendado pelo fabricante. Mas para efetivação de tal ação solicitaram análises dos EPI já descartados, em função do número de vezes utilizado ter atingido o recomendado pelo fabricante, para avaliação da possibilidade de utilização segura de tal equipamento. Assim, esse trabalho teve como objetivo analisar as condições dos EPI utilizados pelos agentes de endemias nas atividades e descartados após não serem mais usados.

MATERIAL E MÉTODOS

Analisou-se fragmentos de blusas de EPI usadas em nebulizações na atividade de controle da dengue pela VA-SUVIS Campo Limpo, localizada na zona sul do Município de São Paulo. Esses EPI são confeccionados em algodão e possuem tratamento antirepelente, sendo usados no dia da nebulização e lavados após sua utilização. Os EPI eram lavados com água e sabão em pó em

máquina de lavar roupa e quando atingido o número de lavagens recomendado pelo fabricante (30 lavagens) eram descartados. Blusas de EPI lavadas e descartadas após as 30 lavagens foram recortadas em pedaços de 60 cm². Os fragmentos foram retirados das mangas (direita-d1 e d2 e esquerda-e1 e e2), da frente (a1,a2,b1 e b2) (FIGURA 1) e das costas (a1, a2, b1 e b2), totalizando 12 fragmentos (amostras). Os fragmentos foram submetidos à agitação mecânica por 30 minutos com 60 mL de hexano e os extratos analisados em cromatógrafo a gás.

Figura 1 - Localização dos fragmentos amostrados da parte da frente das blusas de EPI



A detecção e quantificação do ingrediente ativo malationa foi determinada em cromatografia a gás, com padronização externa, em equipamento Shimadzu, modelo GC-2014AFsc, equipado com detector de ionização de chama. As amostras foram injetadas por meio de injetor automático no modo split (1/1). A temperatura do injetor foi de 230°C e a do detector 300°C. A temperatura da coluna capilar RTX 5 (30,0 m x 0,25 mm x 0,25 µm) foi de 60°C, mantida por 1 minuto; aumento na taxa de 25°C por minuto até 250°C; mantido por 3 minutos; aumento de 30°C por minuto até 280°C e mantido nesta temperatura por 5 min. Foi utilizado nitrogênio como gás de arraste a um fluxo de 1,44 mL.min⁻¹ sob pressão constante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 12 fragmentos de blusas de EPI analisados, 9 apresentaram malationa, mesmo após o processo de lavagens recomendado pelo fabricante. Em todos os fragmentos retirados das mangas (direita e esquerda) detectou-se malationa, diferente do observado nos fragmentos removidos das costas, onde dos 4 fragmentos, em 3 se detectou malationa. Os resultados obtidos nos fragmentos das mangas também diferiram daqueles originados da parte da frente da blusa, onde dos 4 fragmentos analisados, em metade foi detectado malationa. As concentrações de malationa detectadas nos fragmentos das mangas foram semelhantes, assim como entre os

fragmentos da frente da blusa. Mas a concentração de malationa nos fragmentos das costas apresentou grande variação. Os dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. -Total de fragmentos analisados e concentração de malationa (em $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) de malationa detectada em cada fragmento

ORIGEM DO FRAGMENTO	IDENTIFICAÇÃO	TOTAL DE FRAGMENTOS ANALISADOS	CONCENTRAÇÃO DE MALATIONA ($\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$)
MANGAS	d1	4	2,14
	d2		2,98
	e1		1,14
	e2		3,06
COSTAS	a1	4	41,58
	a2		2,44
	b1		4,40
	b2		0
FRENTE	a1	4	3,53
	a2		2,22
	b1		0
	b2		0

A nebulização forma uma névoa (SCIANI, 2005) que envolve o aplicador, esperando-se uma deposição semelhante em todas as partes expostas. Além disso, como as blusas de EPI são lavadas em máquina de lavar roupa, isto é, submetidas a uma mesma velocidade de agitação seria de se esperar uma maior homogeneidade nos resultados obtidos, onde fragmentos teriam concentrações de malationa senão semelhantes, ao menos próximas. Mas, não foi o observado, com os fragmentos retirados das costas, talvez pelo fato da máquina ser colocada sobre as costas do aplicador, cobrindo parte da vestimenta e deixando outra diretamente exposta a possíveis gotejamentos. Outro fator que pode ter contribuído para as diferentes concentrações detectadas tem relação com o local do ambiente onde é feita a nebulização. Algumas aplicações são feitas em locais de difícil acesso e outras em ambientes com infraestrutura mais adequada. Locais de difícil acesso podem acarretar na maior ou menor exposição da blusa em diferentes áreas (LEME *et al.*, 2012)

Apesar de serem analisados fragmentos de blusas de EPI descartados, os resultados mostraram que os procedimentos de higienização não removeram o malationa das roupas. Seria esperado não detectar a presença de malationa, uma vez que os EPI somente foram analisados após serem lavados. Independentemente da variabilidade nas concentrações encontradas nos fragmentos de EPI, a dificuldade de remoção de malationa das vestimentas indica a presença do produto impregnado na roupa, o que pode ser uma fonte de contaminação do trabalhador (LEME *et al.*, 2014).

Sabe-se que a via dérmica é a mais importante via de contaminação dos trabalhadores, uma vez que o aplicador fica envolvido pela névoa, porém se a roupa já estiver contaminada e o aplicador entrar em contato direto com está não é necessário haver aplicação do produto para exposição do trabalhador. Como a pele apresenta uma grande superfície, sendo o maior órgão do corpo humano e o malationa possui boa lipossolubilidade, a absorção dérmica torna-se importante e deve ser levada em consideração na realização da atividade.

Quanto maior for o tempo de nebulização e maior a quantidade de calda utilizada, maior será o tempo de exposição da vestimenta à calda, e, portanto, maior será o volume depositado sobre ela. Já em relação às condições dos diferentes ambientes de aplicação, vale salientar que atividades de nebulização em vielas e ruas estreitas, locais que dificultam a movimentação do agente e a

dispersão do produto contribuem para o aumento da deposição da calda sobre a vestimenta (PAPINI *et al.*, 2011; LEME *et al.*, 2014). Quanto maior a quantidade de calda depositada sobre o EPI maior a dificuldade na remoção do produto.

Em estudo realizado pelo exército americano com roupas confeccionadas com 100% de algodão e expostas ao inseticida permetrina observou-se que após uma e dez lavagens apenas 20% e 40% do agrotóxico foram removidos, respectivamente (SNODGRASS, 1992), o que significa que o restante permaneceu na roupa e, portanto, pôde contribuir para exposição do trabalhador com o uso desse equipamento. Davies e col. (1982) também observaram o perigo da lavagem incompleta de EPI em trabalho sobre lavagem caseira para remover os ingredientes ativos dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), parationa metílica e toxafeno e detectaram que três lavagens não foram suficientes para remover os resíduos. Clifford e Nies (1989) relatam três casos de intoxicação pelo uso do mesmo uniforme contaminado com parationa. O uniforme foi lavado repetidas vezes, porém o ingrediente ativo ainda se encontrava presente.

CONCLUSÃO

O procedimento de lavagem utilizado para remover o malationa, aplicado em calda oleosa sob nebulização, das vestimentas analisadas, não se mostrou eficaz, sendo necessário mais estudos para garantir a remoção do produto.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (processos: auxílio à pesquisa – 09/52959-4 e bolsa de mestrado – 10/03849-9).

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, M.B.; AMARAL, R.S.; LIMA, M.M. Aplicação Espacial de Inseticidas em saúde Pública. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 2, n. 4, p.147-166, 1988
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego-MTE. **Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978**. Aprova as Normas Regulamentadoras – NR – do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. NR 6 (Norma Regulamentadora Equipamento de Proteção Individual. NR 31 (Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura). Disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_31_pdf. Acesso em 29 de abril de 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde Fundação Nacional de Saúde. **Controle de Vetores Procedimentos de Segurança**. Editora MS. Brasília, 2001.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. **Emergências Químicas**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/produtos>. Acesso em 10 de junho de 2015.
- CLIFFORD, N.J.; NIES, A.S. Organophosphate poisoning from wearing a laundered uniform previously contaminated with parathion. **Journal of the American Medical Association**, vol. 262, p.3035-3036. 1989.
- DAVIES, J.E.M.D.; FREED, V.H.; ENOS, H.F.; DUNCAN, R.C.; BARQUET, A.; MORGADE, C.P.; PETERS, L.J.; DANAUSKAS, J.X. Reduction of pesticides exposure with protective clothing for applicators and mixers. **Journal of Occupational Medicine**, vol.24, p. 464-468, 1982.
- EXTOXNET – Extention Toxicology Network. Pesticides Informations Profiles. **Malathion**. Disponível em: <http://extoxnet.orst.edu.pipis/malathion>. Acesso em 14 de maio de 2015.
- FIGUEIREDO, L.T.M.; FONSECA, B.A.L. Dengue. In: Veronesi, R.; Focaccia, R. **Tratado de Infectologia**. Editora Atheneu Ltda. São Paulo-SP. 2004. cap. 13. p. 204-217.

GARRIGOU A.; BALDI, I.; DUBUC, P. Contributos da ergotoxicologia na avaliação da eficácia real dos EPI que devem proteger do risco fitossanitário: da análise de contaminação ao processo coletivo de alerta. **Laboral**, vol. 4, n. 1, p. 92-103, 2008

KEIFER, M.C. Effectiveness of interventions in reducing pesticide overexposure and poisonings. **American Journal of Preventive Medicine**, vol. 18, n. 4, p. 80-89, 2000.

LARINI, L. **Toxicologia dos praguicidas**. Editora Manole Ltda. São Paulo-SP. 1999. cap. 1. p. 1-18.

LEME, T.S.; VIEIRA, E.; LUCHINI, L.C.; MASI, E.; PAPINI, S. Condições urbanas e exposição dos trabalhadores sob aplicação de malationa. **Hygeia Revista Brasileira de Geografia Médica e de Saúde**. vol.8, n. 15, p. 23 - 32, 2012.

LEME, T.S.; PAPINI, S.; VIEIRA, E.; LUCHINI, L.C. Avaliação da vestimenta utilizada como equipamento de proteção individual pelos aplicadores de malationa no controle da dengue em São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. vol. 30, n. 3, p. 567-576, 2014

NICOL, A.M.; KENNEDY, S.M. Assessment of pesticide exposure control practices among men and women on fruit-growing farms in British Columbia. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**. vol. 5, n. 4, p. 217-226, 2008.

PAPINI, S.; LEME, T.S.; VIEIRA, E.; LUCHINI, L.C. Avaliação da capacidade de retenção de malationa pelos uniformes de algodão teflonado, em condições laboratoriais. **Hygeia Revista Brasileira de Geografia Médica e de Saúde**, vol.7, n 13, p. 10 - 17, 2011

PAPINI, S. **Vigilância em saúde ambiental: uma nova era da ecologia**. Editora Atheneu, São Paulo, São Paulo. 2012. cap. 25. p. 117-123.

SÃO PAULO. Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo – SSE-SP. Superintendência de Controle de Endemias. **Segurança em controle químico de vetores**. Disponível em <http://www.sucen.sp.gov.br>. Acesso em 20 de março de 2015.

SCIANI, D.C. Caracterização tecnológica de nebulizadores UBV. Projeto de Graduação. Relatório submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico. **Universidade de Brasília**, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica. 2005, 66p. .

VALCHEV, I.; BINEV, R.; YORDANOVA, V.; NIKOLOV, Y. Anticoagulant rodenticide intoxication in animals - A review. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, vol. 32, n. 4, p.237-243, 2008 <http://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/issues/vet-08-32-4/vet-32-4-1-0607-12.pdf>. (Jun 09, 2012).

VEIGA, M.M.; DUARTE, F.J.C.M.; MEIRELLES, L.A.; GARRÍGOU, A.; BALDI, I.A contaminação por agrotóxicos e os equipamentos de proteção individual (EPIs). **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, vol. 32, p.57-68, 2007

VAN DER, J.A.G.T.K.; TIELEMANS, E.; LINKS, I.; BROUWER, D.; VAN HEMMEN, J. Effectiveness of personal protective equipment: relevance of dermal and inhalation exposure to chlorpyrifos among pest control operators. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, vol. 1, n. 6, p.35-362, 2004.