

## Eficácia de cabines adaptadas na proteção dos operadores de tratores em aplicações de agrotóxicos na cultura da macieira

*Effectiveness of non-original cabins for the protection of tractor operators in pesticide applications in apple orchard*

Fernando Cesar Bauer<sup>1\*</sup>, Alberto Kazushi Nagaoka<sup>1</sup>, Thiago Ezio Moreira<sup>1</sup>, Lucas Solle<sup>1</sup>, Renan Tramontin<sup>1</sup>, John Solle<sup>1</sup>, Luiz Claudio Garcia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. \*Autor para correspondência: fernando.bauer@ufsc.br.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, Brasil.

Submissão: 23/05/2018 | Aceite: 10/12/2019

### RESUMO

Os turboatomizadores produzem corrente de ar que carrega as gotas pulverizadas auxiliando sua distribuição, contudo, muitas gotas são perdidas para o ambiente. O uso de cabines pode reduzir a exposição do operador. Foram instalados experimentos visando avaliar a exposição dérmica e respiratória potenciais e a eficiência de isolamento da cabine em aplicações de agrotóxicos em pomares de maçã. A calda foi composta por água mais os produtos Mancozeb e Captan (3,0 L ha<sup>-1</sup>) e Fenitrotion (1,5 L ha<sup>-1</sup>). Estimou-se a exposição dérmica com uso de absorvente íntimo feminino afixados na vestimenta do operador e no interior da cabine. A determinação analítica foi feita por Cromatografia Líquida em cromatógrafo, com detector de UV-VIS e arranjo específico de diodos. Os analitos foram extraídos por ultrassom, conforme determinação da NBR 10004 e descrito pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América. Não foram detectados os comprimentos de onda referentes aos produtos testados até o limite de 200 µg kg<sup>-1</sup>, indicando haver boa vedação e isolamento do operador dentro das cabines testadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Malus domestica*, segurança do trabalhador, turboatomizador, produtos fitossanitários.

### ABSTRACT

The air-assisted sprayers produce air stream, which carries the droplets aiding their distribution. However, many droplets are not deposited on the target and are lost to the environment. The use of cabins can reduce operator exposure. Thus, this study aimed to assess the potential dermal and respiratory exposure and the cabin insulation efficiency in pesticide applications in apple orchards. The spray was composed of water plus mancozeb and captan (3.0 L ha<sup>-1</sup>) and fenitrothion (1.5 L ha<sup>-1</sup>). The dermal exposure was estimated using absorbent cotton pads fixed in the operator's protective clothing and inside the cabin. The analytical determination was carried out by Liquid Chromatography with a UV-VIS detector and specific diodes array. The analytes were extracted by ultrasound, as established by the NBR 10004 and described by the United States Environmental Protection Agency. The wavelengths related to the products tested were not detected up to the limit of 200 µg kg<sup>-1</sup>, indicating that there are good sealing and insulating of the operator inside tested cabins.

**KEYWORDS:** *Malus domestica*, worker safety, air-assisted sprayer, pesticide.

A cultura da macieira (*Malus domestica*) no Brasil ocupa 33572 hectares produzindo 1,25 milhões de toneladas da fruta, com os estados do sul do país concentrando mais de 90% da produção (IBGE 2017), que atende toda a demanda do mercado nacional. Essa autossuficiência somente foi conseguida com o desenvolvimento de sistemas de cultivo adequados a região e intenso uso de tecnologia, aplicada especialmente para o controle de fitopatógenos e insetos-praga.

Embora a agricultura de hoje se mostre dependente da utilização de produtos fitossanitários em seus diversos sistemas de produção, seu uso tem provocado muita discussão relacionada a intensidade e volume de produtos utilizados, especialmente quando ocorre a contaminação de áreas ou organismos não alvo pela deriva ou por problemas resultantes da exposição de produtores e trabalhadores quando de sua aplicação

(DAMALAS & ELEFTHEROHORINOS 2011).

Casos de intoxicação não são raros entre os operadores de máquinas e pulverizadores, que devem aplicá-los em diversas áreas e várias vezes durante o ciclo da cultura (MATTHEWS 2006). FARIA et al. (2009), em estudo para descrever a exposição ocupacional e a incidência de intoxicações agudas com agrotóxicos em trabalhadores rurais de fruticultura no sul do Brasil, relatam que, apesar de 94% deles utilizarem o EPI em aplicações com tratores, 19,4% relataram casos de intoxicação aguda.

Nas aplicações, o fator crítico na utilização dos agrotóxicos não é a toxicidade do produto, mas o risco associado ao seu uso e a exposição a que o trabalhador está submetido. Pelo lado da segurança do trabalho o problema de intoxicação é abordado pela quantificação do risco nas condições específicas do trabalho e pelo controle dessa exposição a níveis seguros e aceitáveis (DALDIN & SANTIAGO 2003).

A exposição dos operadores de tratores a esses produtos pode ocorrer por inalação, ingestão acidental e por contato com a pele. Dessas, a rota mais importante é a dermal, responsável por aproximadamente 99% da exposição do operador e somente 1% via respiratória (VAN HEMMEN 1992).

O potencial de exposição dermal pode ser avaliado pela estimativa da quantidade de produto depositado em diversas regiões do corpo do operador (KIM et al. 2013). Um dos métodos mais utilizados para a avaliação da exposição dermal consiste em fixar absorventes íntimos femininos ao corpo do operador (DURHAM & WOLFE 1962). Esse método já foi utilizado por diversos pesquisadores da área de segurança ocupacional como OLIVEIRA & MACHADO NETO (2003) e TÁCIO et al. (2008).

Com vistas a redução da exposição do operador durante as aplicações, a Comunidade Europeia publicou normas de proteção a serem observadas durante as aplicações, com destaque para a necessidade do uso de filtros e sistemas de vedação nas cabines dos tratores utilizados em pulverizações agrícolas (CAPACCI & RONDELLI 2014).

Nos Estados Unidos da América a maioria dos tratores utilizados nesses trabalhos são equipados com cabines fechadas, havendo também recomendações oficiais quanto ao tipo e forma de uso dos equipamentos quando das aplicações em frutíferas (HALL et al. 2002). Entretanto, no Brasil, a quase totalidade dos tratores utilizados nas aplicações de produtos fitossanitários não possuem cabines, restando aos operadores, como único método de proteção, o uso do Equipamento de Proteção Individual (EPI).

Visando diminuir a exposição e a contaminação dos operadores, algumas empresas têm investido em cabines adaptadas a seus tratores e fabricadas por pequenas oficinas próximas às regiões produtoras, sem, contudo, ter a certeza de que tais acessórios são eficazes.

Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a efetividade de duas cabines não originais, construídas por oficinas independentes, na redução da exposição do operador durante aplicações de produtos fitossanitários na cultura de maçã.

As avaliações foram efetuadas em duas propriedades no município de Fraiburgo, SC, em novembro de 2015. A primeira cultivada com a cultivar Galaxy (área 1), com seis anos de idade em espaçamento de 3,5 x 0,60 m e a segunda em pomar da cultivar Red Fuji com 15 anos de idade e espaçamento 4,5 x 2,0 m (área 2).

Nas aplicações na área 1 a calda foi composta pelos produtos Mancozeb (Dithane) e Fenitrothion (Sumithion) diluídos em água de forma a obter dosagem de 3,0 e 1,5 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Na área 2 foram utilizados os produtos Captan (Orthocid) e Fenitrothion (Sumithion) nas dosagens de 3,0 e 1,5 L ha<sup>-1</sup>. Com relação ao nível crítico de exposição, o Mancozeb apresenta DL 50 dérmico de 4000 mg/kg e CL 50 de 6,2 mg/L, o Fenitrothion apresenta valores de 2100 mg/kg para DL 50 dérmico e 0,83 mg/L para CL 50 e o Captan apresenta DL 50 dérmico de 4000 mg/kg e CL 50 de 0,308 mg/L, de acordo com a bula dos produtos utilizados.

Os operadores dos tratores utilizados nas avaliações não participaram do processo de preparo ou colocação da calda no tanque do pulverizador. No momento da colocação da calda no tanque do pulverizador os operadores já se encontravam dentro da cabine, vestidos com EPI específico novo e com todos os coletores afixados ao EPI e instalados no interior da cabine do trator. Os tratores utilizados nas aplicações foram lavados externamente no dia anterior as aplicações.

Nas aplicações na área 1 foi utilizado um trator Massey Ferguson<sup>®</sup> Modelo 4275 - 4 x 2 TDA e na área 2 um trator Massey Ferguson<sup>®</sup> modelo 275 compacto - 4 x 2 TDA, ambos equipados com cabine adaptada nova. Em cada trator foi acoplado um pulverizador, sendo ambos da Marca Jacto<sup>®</sup>, Modelo Arbus 1500.

As cabines foram construídas e instaladas por empresa da região e consta de estrutura em fibra de vidro, envidraçada de todos os lados. A vedação da porta é feita com estrutura de borracha roliça de 1,3 mm, obtida em lojas de auto-peças. A circulação do ar no interior do habitáculo é feita por meio de sistema

de ventilação forçada, que consta de circulação de ar por ventilador e elemento filtrante de carvão ativado. Ambas as cabines avaliadas eram novas e recém instaladas no trator.

Foram utilizadas pontas novas de jato cônico vazio da marca Magno Jet, modelo MAG 4, fabricadas em alumina, com vazão de  $1,25 \text{ L min}^{-1}$ , segundo o fabricante. A qualidade das pontas foi avaliada antes das aplicações no Laboratório de Instrumentação Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina e aquelas com variação da vazão ou na forma do jato foram substituídas. Durante todas as aplicações, em ambas as áreas, a configuração, regulagem e calibração do pulverizador foram idênticas e a pressão mantida em 120 psi.

Como coletores, para estimativa da exposição dérmica utilizou-se absorvente íntimo feminino da marca Carefree, conforme metodologia utilizada por TÁCIO et al. (2008), adquiridos no mercado local. Os coletores foram afixados diretamente na vestimenta (EPI) do operador sendo: um em cada antebraço, um em cada braço, um no peito, um em cada coxa, um em cada perna, um afixado no alto da cabeça por cima do boné do EPI e um nas costas (Figura 1)

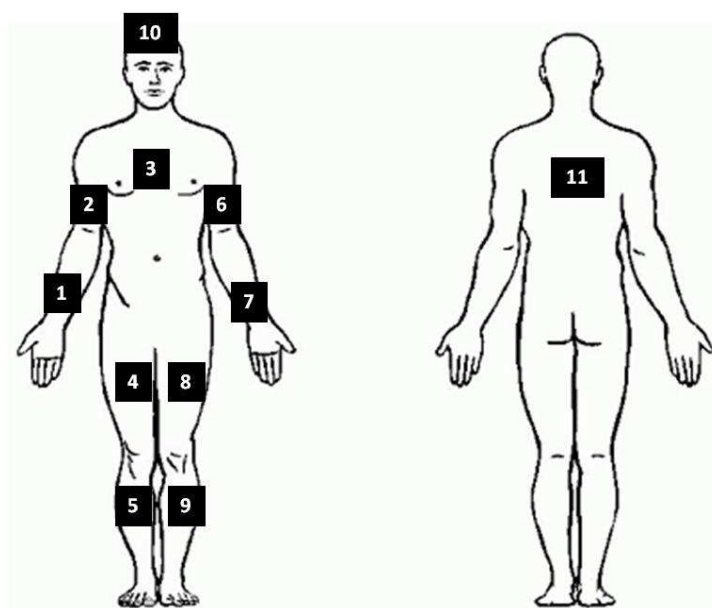


Figura 1. Localização dos coletores afixados ao EPI para estimativa da exposição dérmica dos operadores em aplicações de agrotóxicos em pomares de maçã utilizando tratores equipados com cabine adaptada. Fraiburgo, SC, 2015.

*Figure 1. Placement point of the collectors attached to the PPE to estimate dermal exposure of operators in pesticide applications in apple orchards using tractors equipped with a non-original cabin. Fraiburgo, SC, 2015.*

O EPI utilizado pelos dois operadores consta de equipamento específico para aplicações com agrotóxicos, confeccionado em algodão impregnado com camada externa hidrorrepelente. Cada EPI é composto de calça comprida, jaleco de mangas compridas, botas de borracha, touca árabe, luvas de nitrila e respirador.

Para identificar possíveis contaminações no interior do habitáculo foram afixados no interior de cada cabine, um coletor em cada vidro lateral superior e inferior de ambos os lados e outros dois coletores nos vidros traseiro superior e no respiro inferior, totalizando nove coletores em cada cabine. Os coletores afixados nas partes superiores foram instalados na altura aproximada da cabeça do operador sentado no banco e em posição de trabalho. Todos os coletores foram numerados para posterior identificação do local e momento da aplicação.

Após todas as regulagens e calibrações, afixação dos coletores e fechamento da cabine as pulverizações tiveram início e se prolongaram até a finalização do tanque do pulverizador, com o operador procedendo da forma rotineira em que normalmente trabalha. Nesse momento, após parada total e desligamento do trator, com o operador ainda sentado em seu lugar dentro da cabine, os coletores afixados ao seu corpo foram retirados um a um. Após a saída do operador da cabine foram retirados os coletores da parte interna da cabine. Todos os coletores foram acondicionados um a um em sacos plásticos numerados e armazenados em recipiente térmico abrigado da luz. Após a retirada dos coletores foi colhida uma alíquota da calda restante no tanque do pulverizador e que serviu como padrão para as análises.

Durante todas as aplicações as condições meteorológicas foram monitoradas com uso de termohigroanemômetro digital portátil marca Kestrel<sup>®</sup> modelo K 3000, sendo anotadas a temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento.

A determinação analítica das possíveis contaminações, em todos os coletores para os produtos estudados foi feita no Laboratório de Análises Químicas da UFSC com utilização de Cromatografia Líquida em cromatógrafo de alta eficiência marca Agilent<sup>®</sup>, com detector de UV-VIS equipado com arranjo específico de diodos e limite de leitura para o método preconizado de 200 µg kg<sup>-1</sup>.

Os analitos foram extraídos em metodologia de extração por ultrassom, conforme determinação da NBR 10004, indicada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (USEPA) e descrita por BARCELLOS et al. (2016). Ao se proceder a extração e análise dos analitos foram levadas em consideração aspectos como perfume e corantes contidos nos absorventes de modo a conseguir isolamento dos picos e tempo de retenção observada para essas substâncias e seletividade na matriz.

Para as análises foram feitas leituras preliminares visando indicação dos limites de detecção do equipamento e da necessidade e quantificação da diluição das amostras de modo a permitir detecção pelo equipamento. Esses testes se fizeram a partir de leituras de amostras, contendo volumes conhecidos da calda aplicada, diluídos em diferentes volumes de solventes e foram feitos até a obtenção de padrões consistentes de detecção do produto pelo equipamento e certeza de que os picos de detecção são realmente emitidos pelos produtos e não por algum tipo de contaminação ou “ruído” emitido pelo próprio equipamento.

Após a validação e verificação da confiabilidade do método, foi elaborada uma equação para cada um dos produtos, onde o valor das leituras das amostras no cromatógrafo foi inserido na equação, resultando na concentração do produto em análise. O nível de confiança no uso dessas equações é dado com base nos valores conhecidos dos produtos e nas leituras feitas pelo equipamento. Assim, o programa compara os valores de leitura com os valores obtidos da leitura de cada concentração conhecida e faz associação matemática com as leituras das amostras. Em laboratório, níveis de confiança acima de 90% são tidos como bons e acima de 95% como ótimos.

A avaliação da exposição dérmica foi feita, individualmente para cada amostra, comparando-se a concentração do ingrediente ativo na calda aplicada e os valores recuperados nas análises.

A aferição da velocidade real de deslocamento dos conjuntos trator-pulverizador, verificada pelo tempo consumido para percorrer 50 m, indicou 5,8 km h<sup>-1</sup> no dia 18/11 (área 1) e 6,0 km h<sup>-1</sup> no dia 19/11 (área 2). Essa informação associada a vazão dos bicos utilizados e ao espaçamento entre as linhas de plantio permitiu calcular a taxa de aplicação real, resultando em 899 L ha<sup>-1</sup> aplicados na área 1 e 676 L ha<sup>-1</sup> aplicados no pomar trabalhado na área 2 (Tabela 1).

Tabela 1. Características das aplicações nos pomares de maçã para avaliação da contaminação de operadores de tratores equipados com cabines adaptadas. Fraiburgo, SC, 2015.

Table 1. Characteristics of applications in apple orchards to assess contamination of tractor operators equipped with non-original cabins. Fraiburgo, SC, 2015.

Dia	Trator	Velocidade calculada	Espaçamento do pomar (m)	Vazão do bico (L min <sup>-1</sup> )	Nº. de bicos	Taxa de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )
Área 1	MF4275	5,8 km h <sup>-1</sup>	3,5 x 0,6	1,69	18	899
Área 2	MF 275	6,0 km h <sup>-1</sup>	4,5 x 2,0	1,69	18	676

A diferença na taxa de aplicação ocorreu não só devido a diferença da velocidade, mas devido a adequação do volume de calda a realidade de cada pomar, uma vez que na área 1 o espaçamento das árvores é de 3,5 x 0,6 m e na área 2 de 4,5 x 2,0 m.

Esse fato aumenta a possibilidade de exposição do aplicador/operador da área 1 pois há maior volume de produto sendo aplicado. Considera-se, com isso, que houve maior pressão sobre os métodos de controle da exposição para o aplicador/operador dessa área, resultando em maior exigência em termos de segurança.

Durante as aplicações na área 1, a velocidade máxima do vento foi de 3,1 km h<sup>-1</sup>, com umidade relativa em 65% e temperatura média de 26,1 °C. Na área 2 a velocidade do vento chegou a 4,2 km h<sup>-1</sup>, com umidade relativa de 74% e temperatura média de 20,3 °C. Ambas as aplicações foram feitas a partir das 9:00h.

A presença de alguns corantes e fragrâncias nos absorventes limitou a determinação da presença

dos produtos avaliados a concentrações entre 200 e 300  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

A Figura 2 mostra a comparação entre os padrões e os testes com os absorventes novos e não utilizados no experimento de campo. Esses testes foram feitos para isolar possíveis contaminações e avaliar o comprimento de onda e o tempo de retenção de cada um dos produtos avaliados e dos contaminantes presentes nos absorventes para, posteriormente, isolá-los. A observação dos dois gráficos gerados pelo cromatógrafo indica que a faixa de detecção dos corantes ou fragrâncias utilizados na fabricação dos absorventes não ocupa a mesma faixa de detecção dos produtos testados, não interferindo nas leituras ou na confiabilidade dos testes.

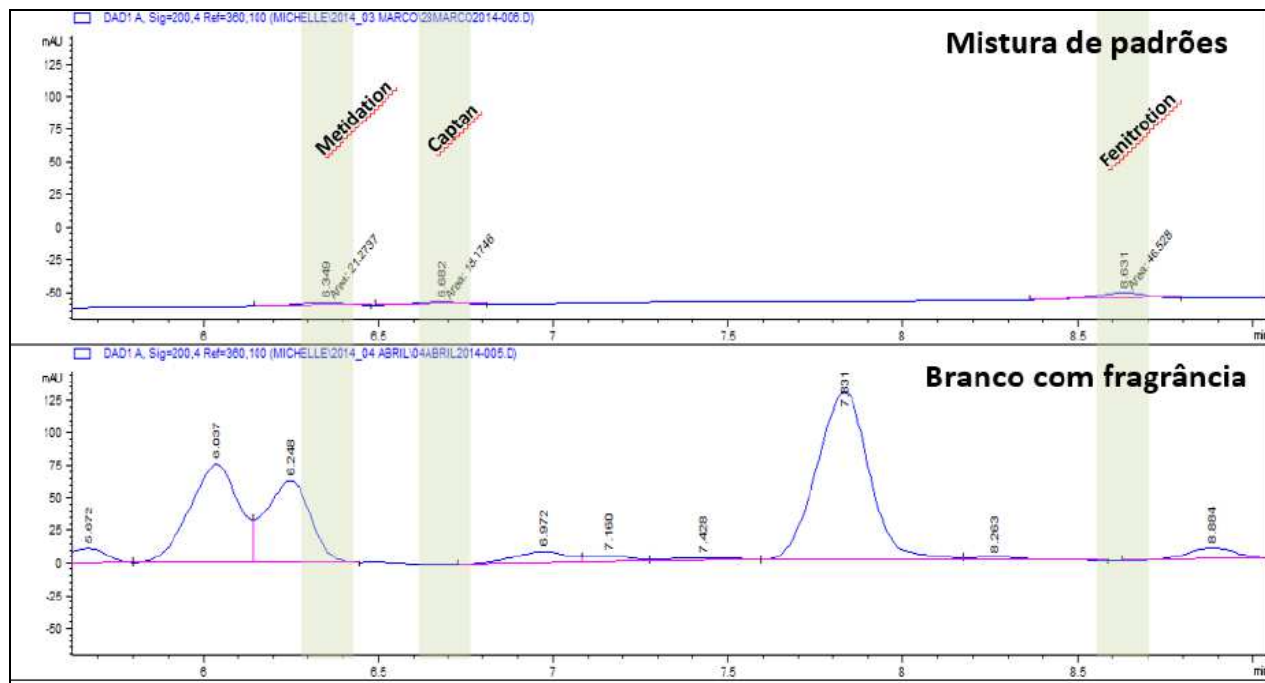


Figura 2. Comparação, em mesma escala da mistura, dos padrões dos produtos a serem avaliados à concentração de 200  $\mu\text{g L}^{-1}$  e do absorvente novo.

Figure 2. Comparison of product standards assessed at concentrations of 200  $\mu\text{g L}^{-1}$  with new absorbent cotton pads at the same dilution rates.

A Tabela 2 mostra as concentrações dos padrões utilizadas para a confecção da equação utilizada nas transformações das leituras das amostras no cromatógrafo.

Tabela 2. Valores de concentração ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) dos produtos testados utilizados para confecção da equação de recuperação.

Table 2. Concentration rates of the pesticide used ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) to build the recovery equation.

	Concentração ( $\text{mg kg}^{-1}$ )								
Mancozeb	0,253	0,505	0,758	1,010	1,263	1,515	1,768	2,020	2,273
Captan	0,320	0,640	0,960	1,280	1,600	1,920	2,240	2,560	2,880
Fenitrothion	0,303	0,605	0,908	1,210	1,513	1,815	2,118	2,420	2,723

A Figura 3 mostra a confiabilidade do método em relação aos contaminantes encontrados nos coletores utilizados (absorventes íntimos femininos). Pode-se visualizar que o tempo de retenção dos produtos não coincide com nenhum dos tempos de retenção dos contaminantes, indicando que as leituras nesse tempo são, realmente, oriundas da presença dos produtos nas amostras.

A Figura 4 mostra as equações resultantes para cada um dos produtos testados, indicando o coeficiente de significância ( $R^2$ ) de cada uma delas. Os resultados indicaram alta confiabilidade na aplicação da equação com valores sempre acima de 99% de confiança.

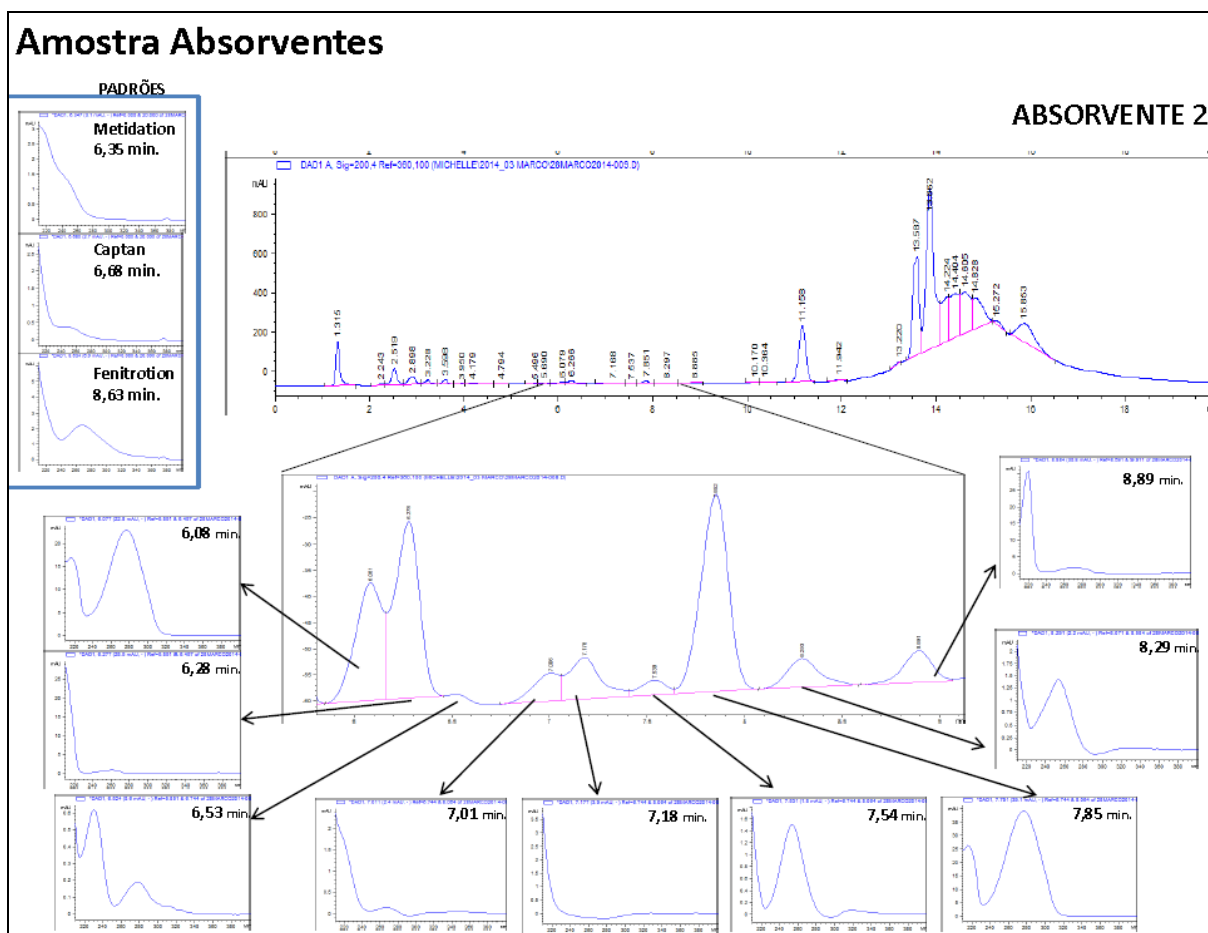


Figura 3. Tempo de retenção dos produtos testados e dos contaminantes encontrados nos absorventes utilizados em estudos de exposição do operador de tratores com cabine adaptada durante aplicação de agrotóxicos na cultura da maçã.

Figure 3. Retention time of products and contaminants found in absorbents cotton pads used in exposure research of tractor operator with non-original cabins, in pesticide application in an apple orchard.

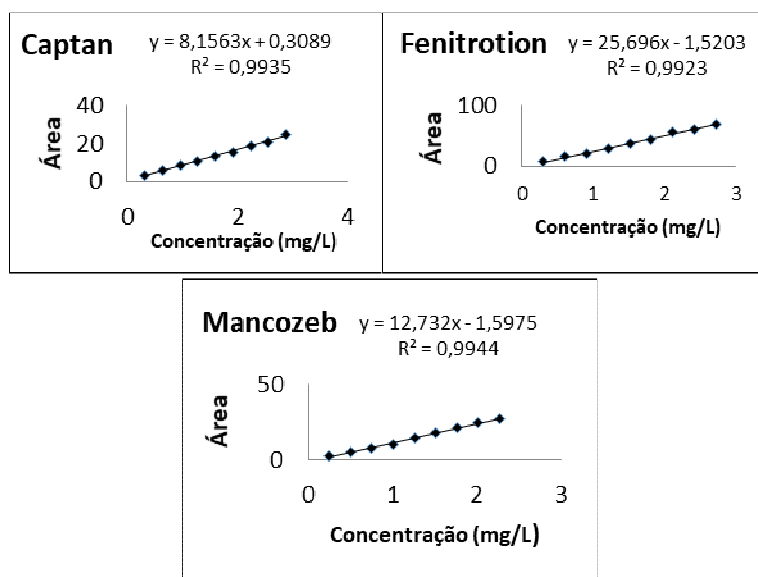


Figura 4. Equação e nível de confiança para transformação dos dados de leitura do cromatógrafo em concentração dos produtos testados em estudos de exposição respiratória de operador de tratores com cabine adaptada durante aplicação de agrotóxicos na cultura da maçã.

Figure 4. Equation and confidence level to transform the chromatograph data into the concentration of the pesticides tested in respiratory exposure research of tractor operators with non-original cabin during pesticide application in an apple orchard.

Foram preparadas três amostras de cada coletor utilizado no campo para avaliação no cromatógrafo. Assim, foram preparadas 33 amostras oriundas dos coletores afixados no EPI de cada operador, mais 27 amostras oriundas da cabine de cada trator, totalizando 120 amostras. Para cada amostra inserida no cromatógrafo foi gerado um gráfico idêntico ao demonstrado na Figura 5. Por isso, devido ao grande número de amostras e gráficos, não serão apresentados os gráficos com os resultados, optando-se por somente interpretá-los.

A Figura 5 mostra que, ao se comparar a curva de detecção de uma amostra padrão (com volume conhecido de produto) com as curvas resultantes da detecção das amostras dos absorventes, não há coincidência em relação ao comprimento de onda detectado, indicando a ausência de detecção pelo equipamento do comprimento de onda emitido por cada um dos produtos testados.

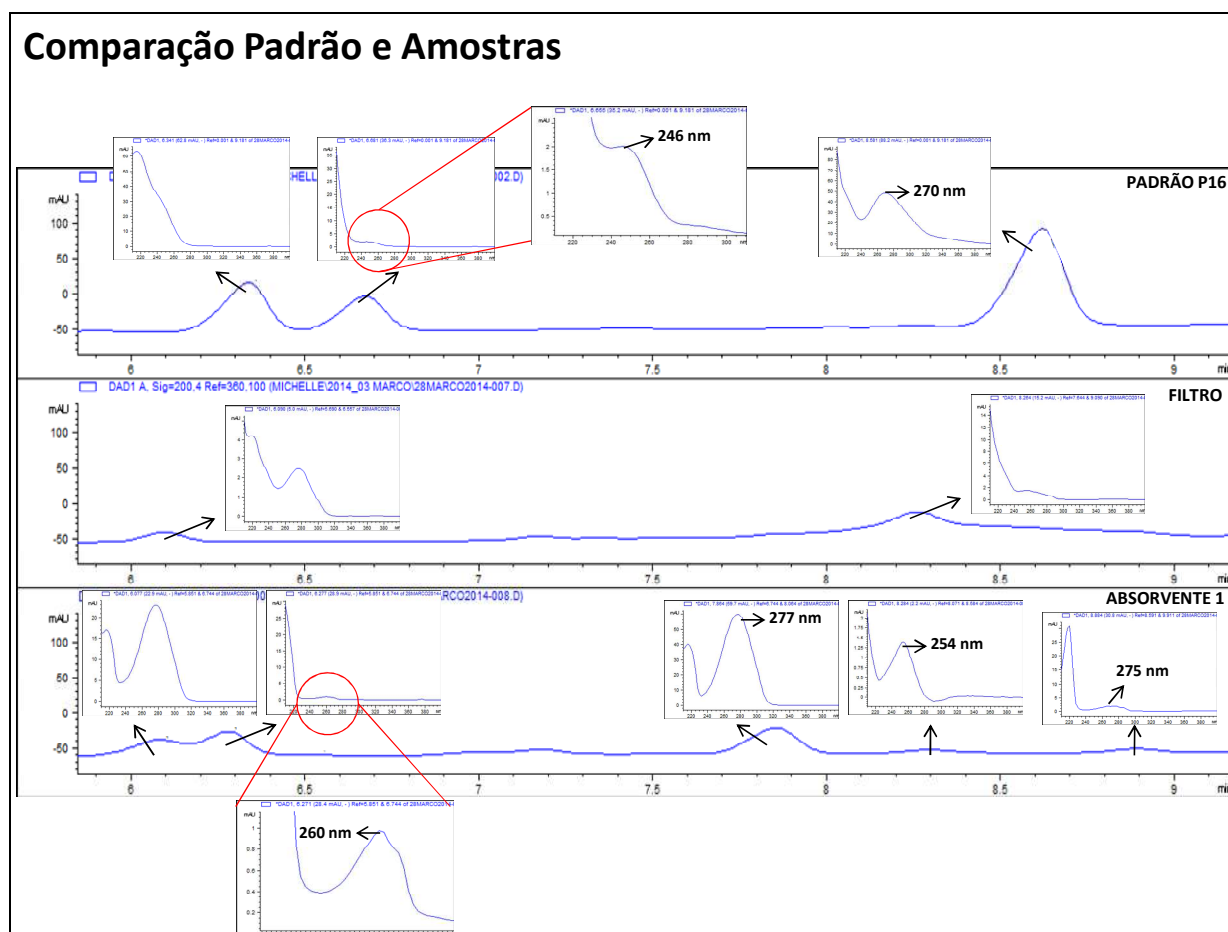


Figura 5. Indicação dos comprimentos de onda detectados em HPLC em amostra padrão e amostra do absorvente retirado do EPI do operador em aplicações para estudos de exposição respiratória de operador de tratores com cabine adaptada durante aplicação de agrotóxicos na cultura da maçã.

Figure 5. Wavelengths detected in HPLC in the standard sample and absorbent sample taken from the operator's PPE in applications for respiratory exposure studies of tractor operators with non-original cabin during pesticide application in an apple orchard.

Esse comportamento se repete em todas as amostras originárias dos coletores afixados nos EPI's e do interior da cabine e indica a não detecção, nos limites do equipamento, dos produtos utilizados nas aplicações em ambos os dias.

A Tabela 3 mostra que os valores de detecção no cromatógrafo para os absorventes afixados no EPI do operador e no interior das cabines ficaram todos abaixo do limite de detecção do cromatógrafo (<LOD).

Verifica-se, portanto, que em nenhuma das amostras foi detectada a presença de nenhum dos produtos testados, para o limite de detecção de  $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ . O mesmo resultado foi obtido em todas as amostras afixadas nos EPI's dos operadores dos dias 18 e 19/11 e nas amostras do interior das cabines dos dois tratores utilizados, indicando a ausência dos produtos utilizados nos testes dentro das cabines testadas. Com isso, não há a necessidade de cálculo da margem de segurança (MS) para classificar o trabalho em seguro ou não seguro. Da mesma forma não há que se calcular o Tempo de Trabalho Seguro, uma vez que os produtos não foram detectados.

O limite de detecção de  $200 \mu\text{g kg}^{-1}$  é 20 mil vezes maior que o DL 50 dos ingredientes ativos Mancozeb e Captan e 10500 vezes maior para o Fenitroton, indicando a segurança do método.

Tabela 3. Massa das amostras, área de detecção e concentração dos produtos avaliados em cromatógrafo HPLC/UV Agilent para detecção de contaminação com agrotóxicos em operadores de tratores equipados com cabines adaptadas.

Table 3. Mass of samples, detection area, and concentration of pesticides assessed in HPLC/UV Chromatograph Agilent to detect contamination with pesticides in tractor operators equipped with non-original cabins.

Dia	Amostra	Massa da amostra (g)	Área de detecção	Concentração do produto ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
18/11	1 (braço direito)	1,8022	< LOD*	< LOD
	5 (perna direita)	1,7525	< LOD	< LOD
	10 (alto da cabeça)	2,0475	< LOD	< LOD
	15 (vidro traseiro)	1,8177	< LOD	< LOD
	20 (inferior porta)	1,2938	< LOD	< LOD
19/11	1 (braço direito)	2,1582	< LOD	< LOD
	5 (perna direita)	2,4416	< LOD	< LOD
	10 (alto da cabeça)	1,7944	< LOD	< LOD
	15 (vidro traseiro)	2,0573	< LOD	< LOD
	20 (inferior porta)	1,8254	< LOD	< LOD
18/11	Bomba de ar	0,3264	< LOD	< LOD
19/11	Bomba de ar	0,3155	< LOD	< LOD

\*LOD = Limit Of Detection – indica que os valores estão abaixo do limite de detecção do equipamento, neste caso abaixo de  $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ .

Os resultados das análises das amostras de coletores afixados no EPI dos operadores e no interior da cabine permitem afirmar que, dentro dos limites de detecção do cromatógrafo de  $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ , do método de extração avaliado e para pulverização com 1500 litros de calda, não foram detectados os componentes de onda referentes aos produtos Mancozeb (Dithane), Fenitroton (Sumithion) e Captan (Orthocid), indicando boa vedação e isolamento do operador em seu interior.

## REFERÊNCIAS

- BARCELLOS M et al. 2016. Analytical evaluation of the protection offered by sealed tractor cabin during crop pulverization with fenitrothion. *Environmental Monitoring Assessment* 188: 600.
- CAPACCI E & RONDELLI V. 2014. Tractor cab to protect the operator from hazardous substances in spray application. In: *International Conference of Agricultural Engineering. Proceedings...* Zurich: Eurageng. 8p. Disponível em: [www.eurageng.eu](http://www.eurageng.eu). Acesso em: 03 mar. 2015.
- DALDIN CAM & SANTIAGO T. 2003. Equipamentos de proteção individual na segurança do trabalhador rural. In: ZAMBOLIM L. et al. *O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários*. 4.ed. Viçosa: UFV. 564p.
- DAMALAS CA & ELEFTHEROHORINOS IG. 2011. Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8: 1402-1419.
- DURHAM WF & WOLFE HR. 1962. Measurement of the exposure of workers to pesticide. *Bulletin of the World Health Organization* 26: 75-91.
- FARIA NMX et al. 2009. Intoxicações por agrotóxicos entre trabalhadores rurais de fruticultura, Bento Gonçalves, RS. *Revista Saúde Pública* 43: 335-344.
- HALL RM et al. 2002. Evaluation of a cab using real-time aerosol counting instrumentation. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 17: 46-54.
- IBGE. 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistemático\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_\[mensal\]/Fasciculo/lspa\\_201708.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201708.pdf). Acesso em: 10 out. 2017.
- KIM E et al. 2013. Exposure and Risk Assessment of Operators to Insecticide Acetamiprid during Treatment on Apple Orchard. *Korean Journal of Horticulture Science Technology* 31: 239-245.
- MATTHEWS GA. 2006. *Pesticide: Healty, safety and the environmental*. Oxford: Wiley-Blackwell. 248p.
- OLIVEIRA ML & MACHADO NETO JG. 2003. Use of manganese as tracer in the determination of respiratory exposure and relative importance of exposure routes in the safety of pesticide applicators in citrus orchards. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology* 70: 415-421.
- TÁCIO MB et al. 2008. Eficiência de vestimentas hidrorrepelentes novas na proteção do tratorista em pulverizações de



agrotóxicos em goiaba com o turboatomizador. Revista Brasileira de Fruticultura 30: 106-111.  
VAN HEMMEN JJ. 1992. Agricultural pesticide exposure data bases for risk assessment. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 126: 1-85.