



ISSN: 2447-5580

<https://periodicos.ufes.br/bjpe/index>



Brazilian Journal of
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

AVALIAÇÃO DE RISCO NA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS COM PULVERIZADORES COSTAIS NA CULTURA DO CAFEIEIRO CONILON

RISK ASSESSMENT IN THE APPLICATION OF PESTICIDES WITH COAST SPRAYERS IN THE COFFEE CULTURE CONILON

Aclécia Gonçalves Batista¹, Edney Leandro da Vitória^{2*}, Bruno Passigatto Ortelan³, Deborah Hoffmam Crause⁴ & Élcio das Graça Lacerdas

^{1 2 3 4}Departamento de Engenharias e Tecnologia do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo, Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540, São Mateus. ⁵ Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Santa Teresa.

¹ aclecia.tecseg@live.com ² edney.vitoria@ufes.br ³ bruno-passigatto@hotmail.com

⁴ deborahlife2014@hotmail.com ⁵ elciodgl@ifes.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido em: 01.07.2020

Aprovado em: 18.07.2020

Disponibilizado em: 17.09.2020

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea canéfora*; Risco Químico; Proteção Individual.

KEYWORDS: *Coffea canephora*; Chemical Hazard; Individual Protection.

*Autor Correspondente: Vitória, E. L. da

RESUMO

Em um cenário de busca crescente por sistemas de produções com maior segurança de todo setor agrícola, o cultivo do cafeeiro Conilon com utilização dos EPIs torna-se uma prática indispensável para o agricultor. Objetivou-se com este trabalho quantificar a exposição dos equipamentos de proteção individuais (EPIs) em diferentes pontos de amostragens do corpo humano, com utilização dos pulverizadores costais manual e motorizado levando em consideração os diferentes horários de aplicação em uma lavoura de café conilon (*Coffea canephora*), juntamente com avaliações qualitativas dos equipamentos e simulação de risco de contaminação dos principais agrotóxicos utilizados na cultura do café. Comparando-se os resultados obtidos no pulverizador manual, para os diferentes braços, nota-se uma exposição maior no braço esquerdo, valor esse significativo e justificado pela maior movimentação do membro para bombeamento do produto até o bico de pulverização, ficando exposto a possíveis derivas, enquanto que o braço direito apenas movimentava-se para direcionar o jato do equipamento. O pulverizador costal manual demonstrou que os valores de exposição, foram

elevados, com maiores riscos de exposição, tanto dos membros superiores quanto inferiores. No equipamento motorizado uma maior exposição ocorreu nos membros superiores, tendo em vista sua maior atividade na parte superior do cafeeiro Conilon. Os resultados obtidos apontaram elevados de risco na prática de aplicação de agrotóxico tanto para os trabalhadores como para os consumidores.

ABSTRACT

In a growing demand scenario for production systems with greater security throughout the agricultural sector, the cultivation of coffee Conilon with use of PPE becomes an indispensable practice for the farmer. The objective of this study was to quantify the exposure of personal protective equipment (PPE) at different points of the human body samples, using the manual and motorized costal sprays considering the different application times in a conilon coffee crop (*Coffea canephora*), along with qualitative assessments of equipment and major pesticide contamination risk simulation used in the coffee culture. Comparing the results of the hand sprayer to the different arms, there is a greater exposure in the left arm, which amount is significant and justified by the greater movement member for pumping the product to the spray nozzle, getting exposed to possible changes while the right arm only moves to direct the jet device. The knapsack sprayer showed that exposure values were high, with higher risk of exposure, both upper and lower limbs. In the motorized equipment increased exposure occurred in the upper limbs, in view of its increased activity in the upper Conilon coffee. The results indicated high risk pesticide application in practice for both the workers and to consumers.



1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, com uma produção de 50,92 milhões de sacas beneficiadas em 2019 (Conab, 2019). No Estado do Espírito Santo a cafeicultura é a principal atividade agrícola, estando presente em todos os municípios, exceto em Vitória (Seag, 2009). O Estado está como segundo maior produtor de café do Brasil, com cerca de 25% da produção nacional, contribuindo com mais de três milhões de reais no Produto Interno Bruto (PIB) e empregando 400.000 mil pessoas (Cetaf, 2020). Podendo ser considerado um centro de referência nacional e mundial em tecnologias de produção de café Conilon (Daher, et al., 2007).

Dentro da produção cafeeira do Brasil, o Estado do Espírito Santo destaca-se como o maior produtor de café Conilon (*Coffea canephora*), sendo colhidos em 2015, aproximadamente 9,95 milhões de sacas beneficiadas (Conab, 2016). Esse patamar de produção, bem como a produtividade das lavouras, pode ser atribuído ao desenvolvimento e à adoção de novas tecnologias que tornaram mais eficientes o processo produtivo, tais como variedades clonais melhoradas, a poda, o adensamento, o uso eficiente da irrigação e os avanços em nutrição de plantas (Fassio, et al., 2007).

Tendo em vista todos os aspectos abordados, nota-se a importância da cafeicultura, tanto no âmbito internacional como nacional, principalmente na produção de café conilon no norte do Estado do Espírito Santo, que se destaca com os municípios de maior produção (Conab, 2016).

A contaminação ocupacional pelos agrotóxicos é observada tanto no processo de formulação (mistura e/ou diluição dos agrotóxicos para uso), quanto no processo de utilização. Embora atinja uma parcela reduzida da população (os trabalhadores rurais e guardas de endemias, por exemplo - que manipulam estes produtos em seu processo de trabalho), esta via é responsável por mais de 80% dos casos de intoxicação por agrotóxicos, dada a intensidade e a frequência com que o contato entre este grupo populacional e o produto é observado (Adissi, & Pinheiro, 2015).

Diferentes abordagens vêm sendo adotadas nas avaliações de risco por contaminação de agrotóxicos. Entre as abordagens quantitativas, destaca-se a dosimetria passiva empregada tanto em aplicações reais com agrotóxicos (Hughes et al., 2008) como em aplicações simuladas com pigmentos coloridos ou fluorescentes ou outros tipos de marcadores (Oliveira, et al., 2003). Para isso, podem ser empregadas roupas absorventes especiais ou amostradores em situações de trabalho real ou simuladas, com corantes ou outros indicadores (Oecd, 1997).

Segundo Pinheiro, et al., (2004), nas simulações, para garantir a fidelidade operacional da atividade, os aplicadores voluntários devem ser trabalhadores habituados ao trabalho, devendo realizar suas tarefas com apenas duas diferenças básicas: a ausência de agrotóxicos, substituídos por um corante artificial, e, a utilização de uma vestimenta absorvente, composta por macacão com capuz e luvas.

Uma pesquisa desenvolvida com base na abordagem da ergo-toxicologia (Sznalwar, et al., 1992; Mohammed-Brahim, 1996; Garrigou, et al., 1998; Mohammed-Brahim, et al., 2003),



Citação (APA): Batista, A. G., Vitória, E. L. da., Ortelan, B. P., Crause, D. H., & Lacerda, É. das G. (2020). Avaliação de risco na aplicação de agrotóxicos com pulverizadores costais na cultura do cafeeiro conilon. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 118-130.

caracterizou a contaminação por agrotóxicos (carbamatos) dos viticultores franceses. Nesta pesquisa identificou-se as formas de contaminação em função da natureza da atividade de trabalho e de seus determinantes, sejam eles de ordem técnica, humana ou organizacional (Baldi et al., 2002, Balmachado, 2001).

Objetivou-se com este trabalho quantificar a exposição dos equipamentos de proteção individuais (EPIs) em diferentes pontos de amostragens do corpo humano, com utilização dos pulverizadores costais levando em consideração os diferentes horários de aplicação em uma lavoura de café Conilon (*Coffea canephora*), juntamente com avaliações qualitativas dos equipamentos e simulações de riscos de contaminação dos principais agrotóxicos utilizados nesta produção.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada a partir de uma propriedade de cultivo comercial durante o ano agrícola 2015/2016, localizada no córrego da Úrsula no município de São Mateus, Estado do Espírito Santo. As coordenadas geográficas são 18° 42' 15" de latitude sul e 40° 7' 30" de longitude oeste. O clima da região do experimento é Aw segundo a classificação de Köppen, caracterizado por tropical úmido com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão.

A área experimental é cultivada com café Conilon, com genótipo denominado Bamburral e apresenta topografia plana. A lavoura foi implantada em maio de 2012 no espaçamento de 3,5 x 1,0 m (2.857 plantas ha⁻¹).

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 11, sendo dois pulverizadores costais (manual e motorizado) e 11 partes do corpo do operador (cabeça, peito, costas, braço esquerdo e direito, mão esquerda e direita, coxa esquerda e direita, pé esquerdo e direito), com cinco repetições, que consistiram em diferentes horários de aplicação.

Nas aplicações, utilizou-se os pulverizadores, costal motorizado e costal manual, ambos bem difundidos na atividade cafeeira no norte do Espírito Santo, e devidamente calibrados com volume de calda de 400L ha⁻¹. As marcas dos equipamentos utilizados foram Yamaha LS-937e Kala 20L respectivamente. O pulverizador motorizado, possui um tanque de 25 litros de capacidade, motor a gasolina de 2 tempos e vazão máxima de 8 L min⁻¹ e este equipamento acompanha um esguicho de 0,80 m e um bico de duas saídas, que foi regulado para funcionar com uma vazão de 4 L min⁻¹, vazão esta metade da total alcançada pelo Yamaha LS-937, e normalmente utilizada, na aplicação de produtos foliares, fungicidas, inseticidas, biorreguladores entre outros. O pulverizador costal manual utilizado, possui capacidade no reservatório para 20 L, este regulado para o experimento com uma vazão de 1,0 L min⁻¹, vazão normalmente utilizada para as diferentes atividades dos cafeicultores, principalmente para aplicação de herbicidas.

As aplicações foram realizadas no mês de abril de 2016 no período da manhã, coletando dados referentes a umidade e temperatura, utilizando o termo-higrômetro digital, modelo T 512, da marca Thermo, e posteriormente velocidade do vento e direção com o termo-



anemômetro digital, modelo TAD-500, da marca Instrutherm. Informações imprescindíveis para melhor entendimento dos resultados obtidos.

A calda de pulverização foi preparada com adição do corante alimentício azul brilhante (FD & C nº 1) na dose de 2000 mg L⁻¹ (Palladini, et al., 2005). A cada preparação de uma calda, foi retirada uma amostra para que fosse determinada a concentração real do corante.

Foram confeccionadas etiquetas plásticas quadradas de 25 cm². Essas etiquetas foram fixadas em 11 pontos diferentes do corpo humano. A fixação foi efetuada com fita adesiva de espuma dupla face sobre o Equipamento de Proteção Individual (EPI), servindo de suporte para coletas após as realizações das pulverizações com corante alimentício.

Foram realizadas aplicações em diferentes horários no período da manhã, 06h30min, 07h30min, 08h30min, 09h30min e 10h30min. As condições climáticas durante as aplicações variaram entre: temperatura 25,5 a 26,6 °C, umidade relativa (UR) de aproximadamente 60% e ventos de 0,9 a 2,1 m s⁻¹ no momento da aplicação.

A aplicação com pulverizador costal motorizado foi realizada em toda a planta do cafeeiro simulando a aplicação de um fungicida e/ou acaricida, e no pulverizador costal manual apenas nas entrelinhas da cultura para simular a aplicação de um herbicida sistêmico ou de contato, mantendo-se a lança de pulverização fixa em relação ao solo, prática normalmente realizada nas atividades de manejo fitossanitário em plantas de café.

Após as aplicações as etiquetas foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos identificados, colocados em caixa de isopor, levadas ao Laboratório Agrônomo de Análise de Solo, Folha e Água da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus. A cada sacola plástica que continha as etiqueta adicionou-se 50 mL de água destilada, mantendo-a por agitação por cerca de 30 segundos para remoção do corante. A solução resultante foi usada na quantificação do resíduo por espectrofotometria na leitura de absorbância no comprimento de onda de 630 nm (Quirino, 2010).

Baseando-se em indicadores da toxicidade de produtos na determinação da toxicologia em testes laboratoriais com cobaias mamíferas (Nardocci, 2010). Esses parâmetros foram utilizados para a realização de diferentes simulações de deposição obtidos nos diferentes pontos de amostragem.

No primeiro parâmetro utilizado, infere-se sobre as intoxicações agudas, em que busca consignar qual dose é capaz de suscitar a morte de um ser humano, que estaria realizando suas atividades de pulverizações através de uma única exposição, representando como dose letal dérmica, seguida do número 50 (DL 50), estimando a dose necessária para matar 50% das cobaias. Na intoxicação crônica como segundo indicador de risco, tem o nível de efeito não observável (NOEL), este infere a dose diária que o aplicador poderia absorver o produto sem risco a saúde pela via dérmica.

No intuito de estimar o risco de intoxicação aguda e crônica, foram utilizadas equações demonstradas por Machado, (2003). No cálculo da quantidade absorvida da exposição (QAE), é considerado 10% da exposição dérmica (ED) e 100% da exposição respiratória (ER). Em



Citação (APA): Batista, A. G., Vitória, E. L. da., Ortelan, B. P., Crause, D. H., & Lacerda, É. das G. (2020). Avaliação de risco na aplicação de agrotóxicos com pulverizadores costais na cultura do cafeeiro conilon. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 118-130.

que a ER pode ser considerada 1% da ED. Sendo assim, QAE pode ser estimado como 11% da ED e os riscos calculados através das seguintes equações:

$$\%DT = \frac{0,11 \times ED \times FS}{DL50.P} \quad MS = \frac{NOEL \times P}{(0,11ED) \times FS}$$

Em que: DT é a dose total, P é o peso corpóreo do trabalhador (costuma-se adotar 70kg como peso médio de adultos masculinos), FS é um fator de segurança. Pode-se inferir que, a DT(%) é um indicador do risco de intoxicação aguda, e MS a margem de segurança, de risco de intoxicação crônica.

Compensando as diferenças de sensibilidade humanas com cobaias, é necessário incluir um fator de segurança (FS) das estimativas toxicológicas obtidas dos diferentes animais segundo Pinheiro & Adissi (2004). Existe uma fragilidade neste método segundo os autores, já que o FS (kg) pode variar, não levando em consideração apenas um único. Para esse estudo foi utilizado o FS= 10.

Com a classificação da segurança das condições de trabalho em função do valor MS, segundo Machado (1997), tem-se o seguinte:

- Se $MS \geq 1$ - a condição de trabalho pode ser considerada segura, isto é, a exposição tolerável e o risco aceitável, pois a quantidade absorvível da exposição multiplicada pelo fator de segurança é menor que a exposição tolerável (NOEL x 70 kg),

- Se $MS < 1$ - a condição de trabalho pode ser considerada insegura, a exposição intolerável e o risco inaceitável, pois a QAE x FS é maior que a exposição tolerável (NOEL x 70),

No caso de $MS < 1$, condição insegura, faz-se necessário o cálculo da Necessidade de Controle da Exposição (NCE) e Tempo de Trabalho Seguro (TTS) suficientes para tornar a condição de trabalho segura ($MS > 1$), podendo ser calculada pelas equações 3 e 4 estabelecidas por Machado Neto (1997):

$$NCE = (1 - MS) \times 100 (\%) \quad (3)$$

Esse índice é importante na definição das medidas de proteção mais adequadas ao risco.

$$TTS = MS \times TEE \quad (4),$$

Em que: TEE = tempo de exposição efetiva do trabalhador durante uma jornada.

Foram realizadas avaliações qualitativas que consistiu da inspeção de 58 pulverizadores manuais costais e motorizados utilizados na aplicação de defensivos agrícolas no cafeeiro conilon.

Após a identificação e descrição do equipamento, as avaliações foram realizadas do ponto de vista qualitativo do estado geral do pulverizador, seguindo a metodologia proposta por Gandolfo & Antuniassi (2003), com algumas modificações. Os itens avaliados foram: marca e tipo da ponta; existência de vazamentos; sistema de trava do gatilho; estado de mangueiras e conexões; ausência de extremidades pontiagudas; alça impermeável e em bom estado de conservação; comprimento da mangueira da lança; presença e estado dos filtros do tanque e do bico; válvula reguladora de pressão; abraçadeiras adequadas e vazão da ponta. Os dados



coletados a campo foram submetidos à análise descritiva. Todas as avaliações compuseram um banco de dados, gerando relatórios específicos para cada equipamento. Para receber qualificação positiva os itens deveriam estar presentes e funcionando corretamente.

Os vazamentos, quando ocorreram, foram identificados e localizados, independentemente da quantidade e do local encontrado. Essa avaliação foi realizada colocando o pulverizador em operação e observando a ocorrência dos mesmos. Tomou-se o cuidado para que os aplicadores não interferissem na condição original do pulverizador e, assim, não mascarassem o resultado real de funcionamento.

Para avaliar o filtro, após as avaliações do funcionamento, este foi retirado procedendo-se a observação considerando a presença de fissuras e obstruções devido ao acúmulo de resíduos de produtos aplicados e à má qualidade da água ou outro tipo de dano, tanto na malha, quanto na carcaça. Os bicos foram avaliados quanto à distribuição do jato e da vazão. Para receber uma notificação de não conformidade, a vazão da ponta teria que apresentar um desvio maior ou igual a 10% em relação à vazão nominal. Para essa avaliação, utilizou-se uma bomba elétrica acoplada a um reservatório de água limpa e um manômetro.

Para fins de análises estatísticas dos dados obtidos, foram submetidos a análise de variância e havendo diferença significativa, aplicou-se o teste SNK, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de absorvância lidos pelo espectrofotômetro proporcionaram a sua transformação em mg L⁻¹ de acordo com a equação da curva-padrão estabelecida pelas diluições das amostras (1/50000, 1/20000, 1/10000, 1/5000, 1/2000, 1/1000) da calda de pulverização coletada no campo.

A quantificação do corante marcador das amostras diluídas, na determinação de depósito, estabeleceu-se a equação $Y = 6,4833x + 0,0074$ ($R_2 = 0,9986$), em que "x" é a leitura da absorvância e "Y" é a concentração em em mg L⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1. Deposição real, segundo as partes do corpo dos trabalhadores.

Partes do corpo	Pulverizador Costal Manual	Pulverizador Costal Motorizado
Cabeça	6,66 aC	72,23 aA
Peito	18,07 aC	94,27 aA
Mão Esquerda	278,51 aA	47,01 bA
Mão Direita	96,87 aBC	4,33 aA
Braço Esquerdo	161,78 aAB	145,33 aA
Braço Direito	17,04 bC	140,95 aA
Costa	107,58 aAB	132,88 aA
Coxa Esquerda	117,61 aAB	4,59 aA
Coxa Direita	265,02 aAB	47,27 bA
Pé Esquerdo	165,59 aA	4,33 bC
Pé Direito	166,89 aA	25,59 bC

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de SNK.



Exceto para as deposições na cabeça e no peito, o pulverizador costal apresentou significativa deposição em todas as partes analisadas, como apresentado na Tabela 1. Este fato justifica-se pela proximidade de pulverização da barra, com os membros analisados, no caso do pulverizador motorizado a maior deposição no peito e cabeça, justifica-se pelo movimento vertical da lança de pulverização que o operador realiza para cobrir toda a planta.

Diferenças significativas são observadas na comparação do braço direito com os dois pulverizadores, nota-se que no pulverizador manual a exposição é 12% menor quando comparado com o motorizado. Essa diferença pode ser justificada pela barra de pulverização do equipamento manual ser menor, e suas atividades normalmente exigem menor movimento a proximidade juntamente com derivas decorrente de eventos naturais como velocidade e direção do vento ocasione maior exposição.

A influência que pode ocasionar o tamanho da barra de pulverização juntamente com movimentos e intempéries naturais, também foi constatada na análise comparativa entre coxa direita, no pulverizador motorizado para o manual, esses fatores podem ter contribuído para uma diferença significativa de 82,16% menor na coxa direita, no pulverizador mecanizado para o manual. Em decorrência desse acúmulo na coxa direita com equipamento manual, podemos inferir um possível escorrimento, do ponto citado para o pé direito, elevando o valor de exposição. Já no pé esquerdo do pulverizador motorizado não tendo esse escorrimento, acarreta em uma diferença de 97,38% menor, valor esse significativo.

Podemos analisar na Tabela 2 os principais agrotóxicos utilizados na cultura do café, com suas respectivas funções, variando de inseticidas, fungicidas e herbicidas, em sua maioria com grupos químicos diferenciando-se entre organofosforados e neonicotinóide para inseticidas, e bupiridílio até glicina substituída para os herbicidas.

Tabela 2. Agrotóxicos utilizados no cafeeiro conilon, sua função, substância ativa e grupo químico.

Nome Comercial	Função	Substância Ativa	Grupo Químico
Lorsban 480 BR	Inseticida/Acaricida	Clorpirifós	Organofosforados
Verdadero 600 WG	Fungicida/Inseticida	Tiametoxam Cyproconazole	Neonicotinóide + Triazol
Glifosato 720 WG	Herbicida	Glifosato	Glicina Substituída

Baseado no conteúdo supracitado ilustrado na Tabela 3 outras informações referentes aos produtos já listados na Tabela 2. Nas novas informações são quantificados, as diferentes doses dos produtos, concentração, classe toxicológica, DL50 e o NOEL (Tabela 3).

Tabela 3. Informações toxicológicas dos agrotóxicos utilizados na cultura do cafeeiro.

Agrotóxico	Concentração	Dose	Classe Toxicológica	DL50 (mg Kg)	NOEL (mg Kg)
Lorsban 480 BR	480 g/l	1,5 L/ha	I	3,254 a 4,131	300,0
Actara 250 WG	250 g/kg	1400 a 2000 g/ha	III	5000	0,5
Verdadero 600 WG	600g/kg	700 a 1000 g/ha	III	2000	0,5
Glifosato 720 WG	720g/kg	20 a 40 g/ha	I	5000	31,0
Gramoxone 200	200g/l	1,5 a 2 L/ha	I	520	5,0



Com base no que foi relatado pelos produtores, foi considerado o tempo de exposição efetiva do trabalhador durante uma jornada (TEE) como sendo de 5,0 horas para todas as simulações realizadas.

Na simulação realizada considerando o pulverizador costal manual, a exposição dérmica potencial foi de 38,81 g dia⁻¹ que resultou em condições inseguras (Margem de Segurança - MS < 1) para aplicações de todos os agrotóxicos normalmente utilizados na cultura do café. As piores situações ocorrem na aplicação do Actara, Verdadeiro, Glifosato e Gramoxone, com uma NCE acima de 90% e TTS, sem equipamentos de proteção individual (EPIs), de no máximo 30 minutos no caso do Gramaxone e sem tolerância de tempo para os demais. Ademais o risco de contaminação é elevado nos agrotóxicos citados acima, destacando-se o Gramaxone (Tabela 4).

Tabela 4. simulação para o pulverizador costal manual

Agrotóxico	EDS (mg/dia)	Risco (%DT/dia)	MS	NCE (%)	TTS (h)
Lorsban 480 BR	106,5	0,38	0,79	21,2	2,0
Actara 250 WG	200,1	7,61	0,010	99,8	0
Verdadero 600 WG	251,2	19,1	0,010	99,8	0
Glifosato 720 WG	321,3	7,78	0,080	98,4	0
Gramoxone 200	198,8	73,1	0,013	91,7	0,5

Na simulação realizada considerando o pulverizador costal motorizado, a exposição dérmica potencial foi 19,98 g dia⁻¹ que resultou em condições inseguras (Margem de Segurança - MS < 1) para aplicações dos agrotóxicos Actara e Verdadeiro. O NCE elevado, acima de 70%, também foram observados na aplicação do Actara, Verdadeiro, e TTS, sem equipamentos de proteção individual (EPI), de no máximo 30 minutos no caso do de aplicação de dos agrotóxicos Actara, Verdadeiro e Glifosato. De modo geral o risco de contaminação diária é baixo ao ser aplicar com o pulverizador costal motorizado (Tabela 5), desde que observados todas as normas de segurança de manuseio e aplicação destes agrotóxicos.

Tabela 5. Simulação para o pulverizador costal motorizado

Agrotóxico	EDS (mg/dia)	Risco (%DT/dia)	MS	NCE (%)	TTS (h)
Lorsban 480 BR	99,8	0,55	17,64	0	12
Actara 250 WG	189,8	0,43	0,03	80,1	0,5
Verdadero 600 WG	230,2	0,85	0,03	70	0,5
Glifosato 720 WG	310,0	0,50	1,82	51	0,5
Gramoxone 200	155,5	3,27	1,30	38,1	1,3

Em experimentos envolvendo pulverizações, sejam elas com equipamentos costais manuais ou motorizados, todos os fatores devem ser observados, inclusive a forma como cada equipamento é manuseado, normalmente nos pulverizadores motorizados, com aplicações no cafeeiro, observamos o aplicador com a barra de pulverização direcionada para planta com o lado direito do corpo, já o esquerdo para o lado contrário da pulverização, observando a aplicação em plantas daninhas nas entre linhas com equipamento manual, o operador movimentava-se para vários lados e juntamente ambos os braços. Nesse experimento essa observação é de grande relevância, quando se observa a diferença significativa de exposição no braço esquerdo entre os pulverizadores. O braço esquerdo do aparelho costal motorizado teve uma exposição 16,87% menor em relação ao costal manual.



Experimentos de pulverizações envolvendo a cultura do mamão, Adissi & Pinheiro (2015) relatam que a exposição, em sua maior parte, se deu pelo formato da planta e tipo de folha que não permite uma fácil aderência do produto, provocando o gotejamento do produto sobre o aplicador. Isso ocorre principalmente com o pulverizador costal manual, pois o aplicador necessita trabalhar muito próximo da planta. Neste trabalho o aplicador também se manteve próximo do cafeeiro, fato este, das plantas estarem curvando-se sentido as entrelinhas, onde o aplicador caminhava.

Comparando-se os resultados obtidos no pulverizador manual, para os diferentes braços, nota-se uma exposição maior no braço esquerdo, valor esse significativo e justificado pela maior movimentação do membro para bombeamento do produto até o bico de pulverização, ficando exposto a possíveis derivas, enquanto que o braço direito apenas movimentava-se para direcionar o jato do equipamento.

Em trabalhos realizados por Adissi & Pinheiro (2015), envolvendo a cultura da acerola, é relatado que nas condições de cultivo da pesquisa, o espaçamento no pomar avaliado, teve influência na aplicação, o trabalhador é forçado a ter contato do corpo com áreas contaminadas da planta vizinha. Esse efeito também foi observado nesse trabalho, com o envergamento das hastes de algumas plantas, o lado esquerdo do aplicador manteve-se em contato com as mesmas.

Dividindo-se as partes do corpo, em membros superiores e inferiores, onde os superiores são: cabeça, peito, mãos, braços e costas, e os membros inferiores: coxas e pés, é notável a diferença existente entre os pulverizadores costais, manual e motorizado, enquanto que no manual a maior exposição é encontrada nos membros inferiores, no motorizado esses valores mais elevados são observado nos membros superiores. A diferença em questão, pode ser correlacionada com o manuseio e utilização de cada equipamento.

Na cafeicultura os pulverizadores costais motorizados são mais difundidos para pulverizações na planta propriamente dito, direcionando o jato da parte inferior das folhas até a copa, enquanto que nos costais manuais é direcionado para atividades próximas ao solo, como exemplo já mencionado nesse trabalho, controle de plantas daninhas principalmente. Sendo assim pode-se inferir que os resultados estão relacionado com a forma de utilização dos pulverizadores.

Foi observado nas análises qualitativas que um número elevado de pulverizadores se encontra em condições de funcionando inadequado e que a maioria dos operadores, desconhecem o correto modo de reparo dos equipamentos. A maioria dos operadores mostraram-se despreparados para realizar a aplicação de defensivos agrícolas. Para Reis et al. (2005), há necessidade de treinamento específico dos operadores e intensificação da cobrança de responsabilidade dos mesmos com os pulverizadores. Do total de equipamentos avaliados, observou-se que 42% havia presença de extremidades pontiagudas, 25% alças danificadas e 40% ausência de abraçadeiras adequadas para o apoio da lança. Em más condições, estes itens podem trazer riscos de acidentes e contaminação dos aplicadores por se tratarem de peças de sustentação do pulverizador. Alvarenga & Cunha (2010) citam que um dos objetivos da



inspeção de pulverizadores é a preocupação com a saúde e o bem-estar do trabalhador. Nesse sentido, um país que tenha um programa que demonstre cuidado e monitoramento das etapas de produção pode ganhar mercado e, conseqüentemente, gerar mais emprego e desenvolvimento.

Para pontas de pulverização, válvula reguladora de pressão e o filtro de bico, os níveis de irregularidades foram 14,3; 16,0 e 9,9% respectivamente. Silva, et al., (2006) avaliando qualitativamente o estado de conservação e o uso de pulverizadores agrícolas na região de Cascavel-PR, constataram que 34% das pontas estavam desgastadas. Gandolfo, et al., (2007) observaram que apenas 10% das pontas avaliadas encontravam-se em estado adequado de uso, sendo que as demais apresentavam obstruídas ou desgastadas. Balestrini (2006), encontrou 59% dos filtros funcionando inadequadamente.

Ramos & Cortés (2006) verificaram que apenas 50% dos equipamentos avaliados apresentavam filtros limpos e em condições funcionais. Estes componentes são fundamentais na aplicação do herbicida, pois eles estão diretamente ligados à qualidade da aplicação. A escolha e a manutenção correta destes itens é fundamental para o sucesso da operação, pois participam diretamente no volume de calda utilizado, na cobertura do alvo e na uniformidade de aplicação da calda. Para uma maior vida útil das válvulas reguladoras de pressão, recomenda-se a limpeza constante dos filtros de bico e, para facilitar essa limpeza, a utilização do sistema de engate rápido nos corpos dos bicos é fundamental para agilizar esse processo. Todos os pulverizadores devem ser avaliados regularmente visando identificar todos os componentes que não estejam atendendo aos parâmetros de operação. Com a adoção dessa medida, espera-se uma maior vida útil dos equipamentos, além de garantir uma maior capacidade operacional, reduzindo o tempo parado para reparos e uma maior uniformidade de aplicação.

As simulações com os principais agrotóxicos utilizados na cultura do café revelam preocupação com o risco de exposição e contaminação, evidenciados pelos elevados valores de risco relativo e tempo de exposição.

Embora o maior consumo de agrotóxicos ocorra nos países desenvolvidos, grande parte de envenenamentos e mortes causados por agrotóxicos ocorre nos países em desenvolvimento, sendo preocupantes os quadros de contaminação humana e ambiental observados no Brasil. Acredita-se que essa realidade possa estar associada à utilização desses produtos em excesso, à ocorrência de inadequados padrões ocupacionais e de segurança, ao desconhecimento dos riscos associados a sua utilização e conseqüente ineficiente uso de equipamentos de proteção individual, a elevados níveis de analfabetismo, à regulamentação e rotulagem insuficientes, a inadequadas ou inexistentes infraestruturas para lavagem dos utensílios, ao manuseio inadequado dos resíduos e das embalagens, ao aproveitamento dos recipientes para armazenar alimentos e água, bem como à grande pressão comercial por parte das empresas distribuidoras e produtoras. Podem-se acrescentar também a existência de uma fiscalização precária do cumprimento das leis, uma deficiente assistência técnica ao homem do campo e a baixa atenção à saúde (Bócoli, et al., 2012; Ramos, et al., 2010).



Levigard & Rozemberg (2004) em trabalho realizado em Nova Friburgo (RJ), a partir de entrevistas com profissionais da área da saúde, onde foram analisadas as formas de tratamento prestado às queixas de “nervos” dos agricultores. Os autores ressaltam o fato dos profissionais na área da saúde estarem preocupados com os hábitos da população no consumo indiscriminado de calmantes, caracterizando a automedicação. O uso de remédios sem prévia consulta com especialista, juntamente com o uso dos agrotóxicos utilizados nas lavouras, acaba por agravar o processo de intoxicação dos indivíduos.

Investigações no estado do Rio Grande do Sul também apontam os malefícios da utilização de agrotóxicos para o meio ambiente e população humana. Faria, et al., (2004) em estudo realizado com trabalhadores rurais cultivadores da fruticultura dos municípios de Antônio Prado e Ipê, constataram que das famílias entrevistadas, 95% informaram utilizar algum tipo de agrotóxico, 73% faziam uso regular de agrotóxicos na agricultura, e que, em média, 75% dos trabalhadores rurais relataram trabalhar regularmente com os agrotóxicos.

Os autores acima constaram que a prevalência de exposição agroquímica foi maior entre os homens, estes em 86% dos casos, enquanto em 68% de casos com mulheres. Entre os agricultores, 35% disseram nunca terem usado luvas, máscaras ou roupas de proteção. Em um grupo considerado pelos autores sem escolaridade esse índice foi maior. Também se percebeu que, as intoxicações ocorreram, na maioria das vezes, entre outubro e janeiro, pois neste período devido às temperaturas elevadas, o organismo absorve mais as toxinas liberadas pelos agrotóxicos e também pelo fato das aplicações serem mais intensas nessa época do ano. A gravidade destas intoxicações foi considerada leve-moderada em 80% dos casos e como grave em 20% das ocorrências (Faria, et al., 2004).

4. CONCLUSÃO

Independente da utilização do pulverizador costal manual ou motorizado, o equipamento de proteção individual (EPI) é indispensável, notando-se o grande risco de contaminação que os produtos oferecem.

O pulverizador costal manual demonstrou que os valores de exposição, foram elevados, com maiores riscos de exposição, tanto dos membros superiores quanto inferiores.

No equipamento motorizado uma maior exposição ocorreu nos membros superiores, tendo em vista sua maior atividade na parte superior do cafeeiro Conilon.

As simulações de exposição revelaram que todos os produtos usados nessa cultura, por se apresentarem em altas concentrações nas formulações usadas, necessitaram de controle da exposição. Assim, há necessidade da implantação de um programa de avaliação frequente dos pulverizadores costais utilizados na aplicação de defensivos agrícolas em cafeeiro conilon.

5. REFERÊNCIAS

Adissi, P.J., & Pinheiro, F.A. (2015), “Análise do Risco na Aplicação Manual de Agrotóxicos: O Caso da Fruticultura do Litoral Sul Paraibano”, *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, 10(1), 172-179.



Citação (APA): Batista, A. G., Vitória, E. L. da., Ortelan, B. P., Crause, D. H., & Lacerda, É. das G. (2020). Avaliação de risco na aplicação de agrotóxicos com pulverizadores costais na cultura do cafeeiro conilon. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 118-130.

Alvarenga, C. B., & Cunha, J. P. A. R. (2010). Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais. *Engenharia Agrícola*, 30(3), 555- 562.

Baldi, I. et al., (2002). Assessment of pesticide exposure in vineyard workers. In: Conference of the international society of exposure analysis/conference of the international society of environmental epidemiology, 12/14, Vancouver, BC, Canada. *Epidemiology*. Vancouver, 2002. Abstract

Balestrini, L. (2006). Mobile inspection and diagnosis service of sprayers in resistance prevention. results obtained out of inspections performed by a group of producers during the 2004-2005 Season. *Resistant Pest Management Newsletter*, 16(1), 5-7.

Balmachado Neto, J. G. (2001). *Segurança no trabalho com agrotóxicos em cultura de eucalipto*. Funep. Jaboticabal, SP.

Bócoli, M. A., Miranda, G. R. B., Carvalho, A. R., & Alves, A. D. (2012). Quantificação de depósitos do pulverizador tipo canhão em lavoura cafeeira com espaçamento convencional. *Revista Agrogeoambiental*, 4(2), 1-9. Disponível em: <<http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/viewFile/445/428>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

Cetcaf - Centro de Desenvolvimento Tecnológico do Café (2020) *Posição do Espírito Santo*. Disponível em: <<http://www.cetcaf.com.br/Links/cafeicultura%20capixaba.htm>>. Acesso em: 17 set. 2020.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento da safra brasileira de Café*. Brasília: CONAB, v. 2, n. 3, 2019. 58p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_20_17_01_56_boletim_cafe_-_janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

Daher, F. A., & Tristão, S. G. (2007). *Mercado e comercialização do café Conilon*. In: Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A., Bragança, S. M., Ferrão, M. A. G., & De Muner, L. H. (Ed.). *Café Conilon*, Vitória: Incaper. 541-545.

Espanhol-Soares, M., Nocitil, L. A. S., & Machado Neto, J. G. (2013), "Procedures to Evaluate the Efficiency of Protective Clothing Worn by Operators Applying Pesticide". *Ann. Occup. Hyg*, 57(8), 1041-1053.

Faria, N. M. X., Fachini, L. A., Fassa, A. G., & Tomasi, E. (2004). Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. *Caderno de Saúde Pública*, 20(5), 1298-1308.

Fassio, L. H., & Silva, A. E. S. (2007). *Importância econômica e social do café Conilon*. In: Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A.; Bragança, S. M., Ferrão, M. A. G., & Muner, L. H. de (Ed.). *Café Conilon*. Vitória: Incaper. 37-49.

Gandolfo, M. A., et al., (2007). *Avaliação da qualidade da aplicação com diferentes pontas de pulverização e diferentes volumes de aplicação na soja*. In: I Simpósio Em Engenharia Rural, 2007, Bandeirantes/PR. Anais... Bandeirantes: UENP. 01. p. 43-47

Gandolfo, M. A., & Antuniassi, U. (2003). Inspeção periódica de pulverizadores agrícolas. *Energia na Agricultura*, 18(2), 67-76.

Garrigou, A., Mohammed-Brahim, B., & Daniellou, F. (1998). *Etude ergonomique sur les chantiers de déflochage d'amianté*. Rapport final. OPPBTP/DRT. CT3. Bordeaux.

Hughes, E. A., Flores, A. P., Ramos, L. A., Zalts, A., Glass, C. R. E Montserrata, J. M. (2008), "Potential dermal exposure to deltamethrin and risk assessment for manual sprayers: Influence of crop type". *Science of the Total Environment*, 391, 34-40.



- Levigard, I. E., & Rozemberg, B. (2004). A interpretação dos profissionais de saúde acerca das queixas de "nervos" no meio rural: uma aproximação ao problema das intoxicações por agrotóxicos. *Caderno de Saúde Pública*, 20(6), 515-1524.
- Machado Neto, J. G. (1997). *Estimativas do tempo de trabalho seguro e da necessidade de controle da exposição ocupacional dos aplicadores de agrotóxicos*, tese de Livre Docência em Ecotoxicologia dos Agrotóxicos e Saúde Ocupacional, Unesp, Jaboticabal, SP.
- Mohammed-Brahim B. (1996). *Du point de vue du travail ou comment sulfater la vigne autrement. Approche ergo-toxicologique des traitements phytosanitaires em viticulture*. Mémoire de DESS d'ergonomie. France: Université Bordeaux 2.
- Mohammed-Brahim, B., Garrigou, A., & Pasquereau, P. (2003). *Quelles formes d'analyse de l'activité de travail en ergotoxicologie?* In: *Congres De La Self*, 38., Paris, 24-26.
- Nardocci, A. C. (2003). *Avaliação probabilística do risco da exposição aos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) para a população da cidade de São Paulo*, Tese (Livre docência) em saúde pública da USP – São Paulo.
- Oecd. (1997), *Guidance document for the conduct of studies of occupational exposure to pesticides during agricultural application*. Series on testing and assessment, No. 9. OECD/GD (97) 148, Paris, France.
- Oliveira, M. L., & Machado Neto, J. G. (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*, New York, (70), 415-421.
- Palladini, L. A., Raetano, C. G. & Velini, E. D. (2005). Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agrícola*, 62(5), 440-445. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v62n5/25982.pdf>>. Acesso em: 26 jun 2016.
- Pinheiro, F. A., & Adissi, P. J. (2004). *Exposição aos agrotóxicos dos trabalhadores da cultura da uva no vale do Submédio São Francisco*. In: *Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos*, Botucatu, SP. CD-ROM.
- Quirino, A. L. S. (2010). *Parâmetros técnicos para aplicação do Glyphosate visando o aumento da eficácia segurança ambiental e do aplicador*. 2010. 75 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Ramos, L. M., et al., (2010), "Potential dermal exposure in greenhouses for manual sprayers: analysis of the mix/ load, application and re-entry stages". *Science of the Total Environment*. 408(19), 4062-4068.
- Ramos, F. J. G., & Córtes, M. V. (2006). Inspección técnica de equipos para la aplicación de fitosanitarios. *Vida Rural*, 227, 38-42.
- Reis, G. N., et al., (2005). Manutenção de tratores agrícolas e condição técnica dos operadores. *Engenharia Agrícola*, 25(1), 282-290.
- Seag - Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. (2009). *SEAG 2007-2009*. Vitória: Governo do Estado do Espírito Santo. 151p.
- Silveira, J. C. M., et al., (2006). Avaliação qualitativa de pulverizadores da região de Cascavel, Estado do Paraná. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 28(4), 569-573.
- Sznelwar L. (1992). *Analyse ergonomique de l'exposition de travailleurs agricoles aux pesticides*. Essai ergotoxicologique. Thèse (Doctorat en Ergonomie) – Laboratoire d'Ergonomie, Conservatoire National des Arts & Métiers, Paris.

