

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**PRISCILA SOUZA PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES INSALUBRES DURANTE O PREPARO E  
APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E A INFLUÊNCIA DE  
PARÂMETROS METEOROLÓGICOS**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2020**

**PRISCILA SOUZA PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES INSALUBRES DURANTE O PREPARO E  
APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E A INFLUÊNCIA DE  
PARÂMETROS METEOROLÓGICOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Haroldo Carlos Fernandes

Coorientador: Paulo Roberto Cecon

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

P436a  
2020

Pereira, Priscila Souza, 1987-

Avaliação de condições insalubres durante o preparo e aplicação de defensivos agrícolas e a influência de parâmetros meteorológicos / Priscila Souza Pereira. – Viçosa, MG, 2020.  
93 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Haroldo Carlos Fernandes.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.78-93.

1. Produtos químicos agrícolas - Medidas de segurança.
2. Pulverização. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22 ed. 632.95

**PRISCILA SOUZA PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES INSALUBRES DURANTE O PREPARO E  
APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E A INFLUÊNCIA DE  
PARÂMETROS METEOROLÓGICOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 10 de julho de 2020.

Assentimento:

*Priscila Souza Pereira*

---

Priscila Souza Pereira  
Autora

*Haroldo Carlos Fernandes*

---

Haroldo Carlos Fernandes  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida, por me guiar, abençoar, escutar às minhas preces e proporcionar a realização de sonhos que, mesmo aparentemente distantes ou inalcançáveis, se concretizam e trazem grandes alegrias.

Aos meus pais, Nivaldo e Rosângela, à minha avó Tacyla e ao meu tio Nilton pelo auxílio na coleta de dados, pelos cuidados, incentivo e amor. Ao meu pai, agradeço também o suporte técnico e a dedicação para tornar a coleta de dados menos cansativa e bem sucedida.

À minha irmã Patrícia, pelos cuidados com a saúde, apoio, amizade e afeto.

À Beatriz, por tornar os dias de coleta com a sua presença mais divertidos.

Ao meu cunhado Rafael e ao Flávio, pela ajuda no preparo dos locais de coleta.

Aos demais familiares, pelo incentivo e carinho.

Ao meu companheiro Leandro, pela paciência nos momentos difíceis, pelo carinho, dedicação e pela edição das fotos.

Aos amigos que já faziam parte da caminhada, pelos que surgiram no DINTER e no Laboratório de Mecanização Agrícola, por tornarem os dias mais leves, alegres e os momentos compartilhados inesquecíveis. Em especial à Cleonice e seus pais, pela amizade, carinho, generosidade e acolhimento. Ao Alexandre, além da amizade, pelo auxílio técnico e pelos cafés revigorantes.

Ao escritório local da EMATER-MG em Barbacena e aos produtores de rosas locais que propiciaram a realização da pesquisa.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Departamento de Engenharia Agrícola e ao IF Sudeste MG, por tornarem não só a realização do doutorado possível, mas a oportunidade de qualificação, desenvolvimento profissional e científico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Aos professores Haroldo Carlos Fernandes e Paulo Roberto Cecon, membros da equipe orientadora, fundamentais para o sucesso deste trabalho.

Ao professor Haroldo, meu orientador, não só pela oportunidade e incentivo, mas pela orientação dedicada, ativa, esclarecedora e enriquecedora.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pelas contribuições e sugestões engrandecedoras, pelos valiosos conhecimentos compartilhados e pela lição de vida.

## RESUMO

PEREIRA, Priscila Souza, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2020. **Avaliação de condições insalubres durante o preparo e aplicação de defensivos agrícolas e a influência de parâmetros meteorológicos.** Orientador: Haroldo Carlos Fernandes. Coorientador: Paulo Roberto Cecon.

Os defensivos agrícolas têm exercido um papel de fundamental importância para a proteção dos cultivos, melhoria do produto final e aumento da produtividade na agricultura brasileira. No entanto, no que se refere aos aplicadores, é importante conhecer a exposição a esses insumos e a eficácia das medidas de controle utilizadas, visando a adequada proteção da saúde e segurança dos indivíduos diretamente expostos. Para isso, a pesquisa avaliou a exposição ocupacional por vias respiratórias e sobre o aplicador a dois defensivos agrícolas, aplicados em casas de vegetação, com pulverizador costal manual, em duas condições distintas de temperatura de bulbo seco (abaixo de 15 °C e acima de 30 °C). Utilizou-se bombas de amostragem e coletores do tipo cassete para avaliação da exposição por vias respiratórias a cobre, cálcio e particulados totais. Para a avaliação de dióxido de enxofre, foi utilizado um amostrador instantâneo. A exposição sobre o aplicador foi avaliada por meio de etiquetas em papel hidrossensível afixadas sobre os EPIs. Através de observações *in loco*, constataram-se as falhas em relação à utilização de EPIs. Os resultados indicaram a possibilidade de absorção dos agentes químicos por vias respiratórias e a interferência da temperatura de forma significativa nessa exposição. Em contrapartida, a exposição por vias respiratórias não foi caracterizada como insalubre em relação aos limites de exposição ocupacional estabelecidos na NR-15 e na ACGIH. Já em relação à deposição sobre o aplicador, constatou-se que todas as 28 partes do corpo avaliadas foram atingidas. O vento também se mostrou um parâmetro meteorológico relevante para o aumento da deposição de defensivos sobre o aplicador, bem como os vazamentos acidentais de calda. Em relação aos EPIs, constatou-se falhas na utilização e outras irregularidades que impactam na adequada proteção dos aplicadores. Conclui-se que, além da possibilidade de exposição dos aplicadores aos defensivos agrícolas, os parâmetros meteorológicos interferem na nocividade da exposição e os EPIs não são adequadamente utilizados.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Pulverização. Equipamento de Proteção Individual.

## ABSTRACT

PEREIRA, Priscila Souza, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2020. **Evaluation of unhealthy conditions during the preparation and application of pesticides and the meteorological parameters influence.** Adviser: Haroldo Carlos Fernandes. Co-adviser: Paulo Roberto Cecon.

Pesticides have exerted a fundamental role in protecting crops, improving the final product and increasing productivity in Brazilian agriculture. However, with regard to applicators, it is important to know the exposure to these inputs and the effectiveness of the control measures used, aiming at adequate protection of the health and safety from the individuals directly exposed. For this, the research evaluated the occupational exposure by airways and on the applicator to two pesticides, applied in greenhouses, with manual backpack sprayer, in two different dry bulb temperature conditions (below 15 °C and above 30 °C). Sampling pumps and cassette-type collectors were used to evaluate airways exposure to copper, calcium and total particulates. For the assessment of sulfur dioxide, an instant sampler was used. The exposure on the applicator was evaluated using water-sensitive paper tags affixed to PPE. Through on-the-spot observations, flaws were found in relation to the use of PPE. The results indicated the possibility of chemical agents absorption through airways and the significant interference of temperature in this exposure. In contrast, the airways exposure was not characterized as unhealthy in relation to the occupational exposure limits established in NR-15 and ACGIH. Regarding the deposition on the applicator, it was found that all 28 evaluated body parts were affected. The wind also proved to be a relevant meteorological parameter for increasing the deposition of pesticides on the applicator, as well as product accidental leakages. In relation to PPE, there were flaws in the use and other irregularities that impact the adequate applicators protection. It is concluded that, in addition to the applicators exposure to pesticides, the meteorological parameters interfere in the harmfulness of the exposure and the PPE are not adequately used.

Keywords: Pesticides. Spraying. Personal Protective Equipment.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIHA	American Industrial Hygiene Association
Ac	Área de cobertura
Ac <sub>maior</sub>	Área de cobertura maior
Ac <sub>menor</sub>	Área de cobertura menor
C	Concentração crítica
Ca	Cálcio
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
Cu	Cobre
DMV	Diâmetro da Mediana Volumétrica
EMATER - MG	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais
ENIT	Escola Nacional de Inspeção do Trabalho
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
FPA	Fator de Proteção Atribuído
FPMR	Fator de Proteção Mínimo Requerido
Fundacentro	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ibraflor	Instituto Brasileiro de Floricultura
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
L	Litro
LE	Limite de Exposição
m	Metro
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health

NR	Norma Regulamentadora
OMS	Organização Mundial de Saúde
PFF	Peça Facial Filtrante
PT	Particulados Totais
QG	Quantidade de Gotas por cm <sup>2</sup>
RH	Umidade relativa do ar
S	Enxofre
SO <sub>2</sub>	Dióxido de enxofre ou gás sulfuroso
tbn	Temperatura de bulbo úmido natural
tbs	Temperatura de bulbo seco
tg	Temperatura de globo
V	Velocidade do Vento

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Defensivos agrícolas: vilões ou mocinhos?</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Os defensivos agrícolas e a saúde ocupacional</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>A influência de parâmetros meteorológicos nas aplicações de defensivos agrícolas</b> .....	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Casas de vegetação e condições ambientais adversas</b> .....	<b>23</b>
<b>2.5</b>	<b>Condições insalubres envolvendo o preparo e a aplicação de defensivos agrícolas</b> .....	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de estudo e seleção do cultivo</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Avaliação respiratória dos aplicadores</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.1</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2.2</b>	<b>DEFENSIVOS AGRÍCOLAS UTILIZADOS</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2.3</b>	<b>CASAS DE VEGETAÇÃO E PULVERIZAÇÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.4</b>	<b>AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS METEOROLÓGICOS</b> .....	<b>33</b>
<b>3.2.5</b>	<b>AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2.6</b>	<b>BRANCO DE CAMPO</b> .....	<b>38</b>
<b>3.3</b>	<b>Avaliação da deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador</b> ....	<b>39</b>
<b>3.4</b>	<b>Constatação de falhas nos EPIs utilizados</b> .....	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Avaliação da exposição por vias respiratória dos aplicadores</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1.1</b>	<b>PARÂMETROS METEOROLÓGICOS AVALIADOS</b> .....	<b>43</b>
<b>a)</b>	<b>UMIDADE RELATIVA DO AR</b> .....	<b>43</b>
<b>b)</b>	<b>TEMPERATURA</b> .....	<b>45</b>

4.1.2	BRANCOS DE CAMPO .....	48
4.1.3	AGENTES QUÍMICOS (Cu, SO <sub>2</sub> , Ca, PT) .....	48
4.1.4	CONSTATAÇÃO DE CONDIÇÕES INSALUBRES ENVOLVENDO EXPOSIÇÃO AOS AGENTES QUÍMICOS.....	50
<b>4.2</b>	<b>Avaliação da deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador ....</b>	<b>51</b>
4.2.1	DEPOSIÇÃO EM CONDIÇÕES NORMAIS DE APLICAÇÃO .....	51
4.2.2	DEPOSIÇÃO EM CONDIÇÕES DE VENTO E VAZAMENTO .....	57
4.2.3	INSALUBRIDADE E DEPOSIÇÃO SOBRE O APLICADOR.....	65
<b>4.3</b>	<b>Constatação de falhas nos EPIs utilizados.....</b>	<b>66</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira tem ganhado destaque nacional e mundial ao longo dos anos, dentre muitos fatores, devido ao grande potencial de exportação, safras recordes e contribuição para o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), mesmo em tempos de pandemia. Assim, além dos subsídios advindos da mecanização agrícola, da agricultura de precisão e das diversas tecnologias desenvolvidas para esse setor na chamada Agricultura 4.0, a utilização dos defensivos agrícolas tem exercido um papel de fundamental importância para a proteção dos cultivos, melhoria do produto final e aumento da produtividade.

Logo, esses insumos agrícolas são mundialmente pesquisados, utilizados e também criticados. Existem autores que defendem a utilização dos defensivos agrícolas como uma forma inerente e necessária ao modelo de produção agrícola para atendimento à demanda nacional e mundial de produtos alimentícios e não alimentícios. Por outro lado, também existem aqueles que cobram a redução ou extinção da utilização desses insumos tendo em vista os danos ambientais e à saúde dos consumidores, dos trabalhadores e das populações residentes próximas às áreas cultivadas. Nesse contexto, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas sob essas diferentes óticas.

Contudo, ainda se percebe uma lacuna no conhecimento acerca da influência dos parâmetros meteorológicos na deriva dos produtos durante as atividades de preparo e aplicação de defensivos agrícolas, sobretudo quando se trata da parcela dessa deriva que atinge de fato os aplicadores, podendo causar danos à saúde a curto, médio e longo prazo.

Portanto, ainda são necessárias pesquisas a respeito da quantidade de agentes químicos que podem chegar às vias respiratórias e sobre os aplicadores, principalmente durante o preparo e a aplicação de defensivos agrícolas. Também são igualmente importantes os estudos que correlacionam essa exposição ocupacional às doenças desenvolvidas e às medidas mais adequadas de proteção dos indivíduos expostos.

Nesse sentido, dentre as medidas de proteção aos defensivos agrícolas, entende-se que o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), apesar de importante para a redução ou neutralização dos riscos, pode não estar sendo de fato eficaz. Logo, detectar falhas, buscar corrigi-las e implantar outras medidas de controle

são fundamentais para a preservação da saúde e segurança dos trabalhadores do campo.

A partir do exposto, o estudo desenvolvido pretende contribuir com o meio acadêmico e com a sociedade na descoberta de dados quantitativos relevantes sobre a exposição ocupacional a defensivos agrícolas e a possível interferência de parâmetros meteorológicos no agravamento dessa exposição. Além disso, buscou-se detectar falhas relevantes na utilização dos EPIs pelos aplicadores que utilizam o pulverizador costal manual.

## **1.1 Objetivos**

Objetivou-se com o presente trabalho identificar e quantificar a exposição insalubre dos trabalhadores durante o preparo e aplicação de defensivos agrícolas, envolvendo a utilização de dois produtos e a variação da temperatura. Para tal, foram abrangidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as concentrações inaláveis de agentes químicos que atingem os aplicadores durante o preparo e aplicação da calda;
- Averiguar possível exposição insalubre aos agentes químicos quantificados;
- Identificar interferência plausível da temperatura na exposição ocupacional aos defensivos;
- Avaliar a deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador durante o preparo e a aplicação da calda em condições padronizadas;
- Avaliar a deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador durante o preparo e a aplicação da calda em condições adversas de vento e vazamento;
- Averiguar falhas na utilização dos EPIs utilizados nessas atividades.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao longo dos últimos 40 anos, o Brasil deixou a condição de importador de alimentos e se tornou provedor de alimentos para o mundo, conquistando crescimentos significativos na produção e na produtividade agropecuária. Por consequência, houve a modernização da agricultura, a redução do preço da cesta básica no país e, sob a importante ótica da conservação dos recursos naturais, produz-se mais em cada hectare de terra (EMBRAPA, 2020).

Ademais, segundo dados do IBGE (2020), apesar da contração do PIB em 1,5% no primeiro semestre de 2020 em relação ao último trimestre de 2019, a agropecuária foi o único setor da economia com crescimento na pandemia (0,6%). Contudo, se comparada ao mesmo período do ano anterior, o crescimento da agropecuária foi ainda maior, alcançando 1,9%.

Nesse contexto, um dos setores agrícolas que vinha apresentando significativo crescimento ao longo dos anos, era o de flores. De acordo com o Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor), houve um crescimento do setor de 7% em 2019 e a movimentação de R\$ 8,7 bilhões, sendo o consumo per capita de R\$ 42,00. Assim, os fatores que impulsionaram esse aumento foram: o crescimento do poder aquisitivo da população, a disponibilidade do produto e a facilidade de compra. Esse último fator está associado ao incremento dos canais usados na comercialização, como os supermercados e as vendas online (IBRAFLOR, 2020).

O comércio internacional de flores e plantas ornamentais é muito dinâmico e envolve um grande número de países produtores e consumidores, assim como uma ampla variedade de produtos, além de movimentar bilhões de dólares anualmente. Tal mercado, está presente em todo o mundo, no entanto, alguns países da Europa, América Latina e África se destacam por sua relevância no volume das comercializações (NEVES; PINTO, 2015).

No Brasil, segundo Barbosa *et al.* (2015), a produção de flores e plantas ornamentais teve início como atividade econômica nos estados de São Paulo e Minas Gerais, sendo o cultivo de roseiras para corte iniciado na região de Barbacena, MG, há várias décadas. Atualmente, essa região ainda é considerada uma importante produtora de rosas de corte, mas o cultivo comercial se difundiu também para outras regiões do estado e para outros estados do país, como São Paulo e Ceará.

Assim, para que a produção, tanto de alimentos, quanto de flores e outros produtos agrícolas, atendesse à demanda nacional e global, tornou-se necessário o aumento da produtividade, já que a incorporação de terras produtivas tem sido cada vez mais difícil. Por consequência, surgiu a necessidade de investimento em: mecanização, irrigação, otimização das matérias primas e das áreas plantadas, capitais humanos mais qualificados e aplicação de defensivos agrícolas.

## 2.1 Defensivos agrícolas: vilões ou mocinhos?

Moura (2018) relatou que escritas das primeiras civilizações, especialmente das mesopotâmicas, já registravam perdas agrícolas devido às pragas. Segundo ele, diante de uma alta oferta de alimentos concentrada em um só local pelos sistemas agrícolas, as pragas e fitopatógenos se instalavam nos cultivos e se desenvolviam descontroladamente, dizimando grande parte das culturas devido à capacidade de multiplicação extraordinária.

Existem relatos da utilização de enxofre pelos sumérios (naturais da Suméria no sul da Mesopotâmia), para o combate a insetos já em 2500 a.C. Entretanto, a descoberta da calda bordalesa por Pierre Marie Alexis Millardet no século XIX, representou um marco na descoberta e utilização dos defensivos agrícolas de uso efetivo na agricultura, para o qual os resultados foram surpreendentes e o uso se disseminou rapidamente pelo mundo. Contudo, na prática, haviam dificuldades quanto a preparação, por ser do tipo caseira e muito trabalhosa. Diante desse e de muitos outros problemas que apareceram com o uso, a indústria química visualizou a magnitude de um mercado altamente lucrativo e de âmbito global; os defensivos agrícolas (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; MOURA, 2018; REBELO *et al.*, 2015; VITAL, 2017).

Segundo Guimarães *et al.* (2014), independente do nome dado aos mesmos - agroquímicos, agrotóxicos, produtos fitossanitários ou outro qualquer - são em sua maioria substâncias criadas e desenvolvidas para serem utilizadas no ambiente como uma ferramenta que dispõe o agricultor para minimizar o prejuízo causado pela ação danosa de insetos, fungos, plantas daninhas, dentre outros.

Minguela e Cunha (2017) afirmaram que a proteção das lavouras é incipiente a própria cultura, sendo uma criação que surgiu para satisfazer muitas necessidades de maneira estável, pois precisa proporcionar alimentos e também produtos de uso

comercial e industrial, mas, sobretudo no primeiro caso, em quantidade e qualidade adequadas. Portanto, nada disso seria possível sem uma proteção contínua das lavouras, dentro da qual o emprego dos produtos fitossanitários ocupa um papel muito importante.

Todavia, a utilização dos defensivos agrícolas não é bem aceita por toda a população, nem mesmo nos meios acadêmicos. Enquanto uma parcela entende a utilização dos defensivos agrícolas como uma necessidade do modelo de desenvolvimento da agricultura, outra parcela abomina a sua utilização.

Papini *et al.* (2014), por exemplo, citaram que o uso intensivo de defensivos agrícolas tem acarretado inúmeros impactos negativos ao ambiente, entre eles está o aumento do número de pragas e o aumento da resistência dos insetos aos produtos utilizados no controle que, conseqüentemente, levam ao aumento do volume de produto aplicado e do número de vezes que são aplicados. Assim, mesmo com a criação de novas moléculas, impacta-se ainda mais o meio ambiente.

Nesse mesmo sentido, Kansaye *et al.* (2013) mencionaram que o uso de defensivos agrícolas desempenha um papel benéfico no fornecimento de produtos em abundância, de baixo custo e de alta qualidade. No entanto, de acordo com esses autores, o cultivo de tomate, por exemplo, especialmente em condições de estufa, exige a aplicação frequente de um grande número de defensivos para controlar uma variedade de insetos e doenças. Assim, ao longo do tempo, gera-se a resistência, tanto nos insetos quanto nas doenças.

Logo, considerando que a aplicação de defensivos agrícolas é uma atividade relevante no setor agrícola, diversos estudos ao redor do mundo apontaram a presença desses insumos em águas e sedimentos superficiais e subterrâneos, principalmente devido à deriva dos produtos aplicados, bem como pelo carreamento no solo através das águas pluviais e de irrigação (AGUILAR *et al.*, 2019; CCANCCAPA *et al.*, 2016; CRUZEIRO *et al.*, 2016; HERREO-HERNÁNDEZ *et al.*, 2017; JABALI *et al.*, 2020; KARLSSON *et al.*, 2020; MASIÁ *et al.*, 2015; PALMA *et al.*, 2014; ROUSIS *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2019; TOKATH *et al.*, 2020).

Segundo Augusto *et al.* (2015) as pessoas podem ficar expostas a níveis excessivos de defensivos agrícolas no trabalho e através do alimento, do solo, da água ou do ar. Pela contaminação de águas subterrâneas, lagos, rios e outros corpos de água, os defensivos podem ainda poluir os suprimentos de água potável, animais e outras fontes vitais para o bem-estar do homem.

Ainda em relação aos impactos ambientais, outros estudos apontaram que o uso de alguns defensivos agrícolas é capaz de impactar na mortalidade e no desenvolvimento de abelhas, bem como na contaminação de pólenes e méis fabricados por elas (BÖHME *et al.*, 2018; CERVEIRA *et al.*, 2017; JUAN-BORRÁS *et al.*, 2016; WALSH *et al.*, 2020).

Laabs *et al.* (2002) e Spadotto (2006) enfatizaram a importância do transporte aéreo de defensivos agrícolas na atmosfera, sobretudo nas altas temperaturas. Já Costa *et al.* (2007), destacaram que a deriva é um dos principais motivos de perdas de defensivos agrícolas e consequente contaminação ambiental.

Nesse sentido, Carneiro *et al.* (2015) explicaram que: “Como o objetivo do agrotóxico é matar determinados seres vivos “incômodos” a agricultura (um objeto biocida), a sua essência é, portanto, tóxica”. Segundo esses mesmos autores, sob a alegação de combater os vetores, a própria saúde pública ajudou a legitimar a introdução desses produtos tóxicos e também a ocultar sua nocividade.

Sob a ótica dos impactos negativos da utilização dos defensivos agrícolas, também existem vários trabalhos publicados relacionando a exposição de comunidades ou grupos de pessoas que residem próximo às áreas cultivadas e se expõem indiretamente a esses produtos, com a ocorrência de danos à saúde. Dentre eles, é possível encontrar resultados que associam, por exemplo, o uso de defensivos a: alterações dos hormônios da tireoide; alterações dos níveis de testosterona masculina; alterações no peso de recém-nascidos; malformações congênita de bebês; aumento do risco de desenvolvimento de: epilepsia, Parkinson, cânceres em adultos e cânceres infanto-juvenis (BARBOSA *et al.*, 2019; KAB *et al.*, 2017; MONTEAGUDO *et al.*, 2016; NEGE *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2014; PARRÓN *et al.*, 2014; REQUENA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019).

Nesse contexto, destaca-se a observação de Moura (2018), o qual relatou que na Revolução Agrícola Neolítica, o homem, ao desconsiderar a questão da biodiversidade, travou uma guerra com a natureza, que persiste até hoje e “O preço das batalhas dessa guerra tem sido alto para a sociedade dos humanos”. Ademais, segundo ele, nesse esforço para aumentar a produtividade, os defensivos agrícolas e fertilizantes aumentaram drasticamente em vendas e diversidade, tendo como consequência, os riscos permanentes de desastres ecológicos e de saúde pública.

Por outro lado, dentre os favoráveis à utilização dos defensivos agrícolas, cita-se Vital (2017), que descreve em seu livro alguns argumentos em defesa da utilização

dessas substâncias: 1) não há registro na história de morte comprovadamente relacionada ao consumo de alimentos convencionais por ingestão de resíduos e também não houve acréscimo nos casos de câncer, apesar do uso intensivo de agrotóxicos nos últimos cinquenta anos; 2) não há qualquer diferença nutricional ou de sabor entre os alimentos orgânicos e convencionais; 3) os preços dos produtos orgânicos são mais elevados, devido à menor produtividade e aos elevados custos operacionais; 4) o futuro não será orgânico. Segundo esse autor, os orgânicos representavam menos de 1% da produção total de alimentos no país e isso não deveria sofrer grandes mudanças nos anos seguintes.

Ainda segundo ele, a liderança brasileira em volume poderia ser explicada pelo clima tropical, que por um lado permite o plantio nas quatro estações do ano e a colheita de três safras anuais, mas por outro propicia o desenvolvimento das pragas. Pois com temperaturas elevadas, chuvas e comida disponível o ano todo, os invasores se multiplicam com facilidade e os defensivos agrícolas passam a ser utilizados para diminuir o crescimento dessas populações e assim, evitar danos significativos às lavouras (VITAL, 2017).

Com base em dados dos EUA, Upton (1982) e Hibbit (1990) ranquearam 30 riscos utilizando o critério número de mortes por ano, sendo número 1 o maior número de mortes e número 30 o menor. Nesse ranque, os defensivos agrícolas foram classificados como o número 28, ficando atrás, por exemplo, de conservantes de alimentos (nº 27), eletrodomésticos (nº 15), natação (nº 7), álcool (nº 2) e fumo (nº 1). Por outro lado, a percepção do público foi notoriamente diferente, pois as mulheres pensavam que os defensivos agrícolas eram classificados como número 9 e estudantes universitários os classificaram como número 4. Segundo a pesquisa, ambos classificaram erroneamente os riscos provavelmente influenciados pela publicidade negativa que os agrotóxicos recebem (MARINHO, 2014).

Segundo Chaim (2004), sempre houve competição por alimentos entre o homem e outros seres vivos, assim, buscou-se obter um balanço favorável nessa luta utilizando a inteligência. Logo, uma das armas passou a ser os produtos químicos desenvolvidos para o controle das pragas, doenças e ervas daninhas, visando o aumento da produção de alimentos.

De acordo com Alfredo José Barreto Luiz, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, “se bem recomendados e aplicados, os defensivos agrícolas são para as plantas muito semelhantes ao que os medicamentos são para os humanos”. Ou seja,

apesar da possibilidade de causarem efeitos colaterais, são concebidos para curar os vegetais cultivados e não para causar efeitos colaterais. Ainda segundo o pesquisador, muito do que é dito sobre os defensivos agrícolas é falso, prejudicando o debate saudável e necessário sobre o tema (EMBRAPA, 2015).

Nesse sentido, muitas pesquisas vêm demonstrando benefícios da utilização dos defensivos agrícolas, incluindo produtos menos tóxicos, para a proteção dos mais variados cultivos, tais como, grãos, hortaliças, frutas e rosas (ARIOLI *et al.*, 2007; BOTTON *et al.*, 2009; CHAVES NETO *et al.*, 2020; COLOMBARI *et al.*, 2018; FERNANDES *et al.*, 2017; LODDO *et al.*, 2020; MARCUZZO *et al.*, 2016; NASCIMENTO *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Contudo, independente da linha de defesa, existe uma concordância entre a maioria dos pesquisadores e autores sobre o assunto que, em relação aos trabalhadores, os defensivos agrícolas oferecem riscos à saúde. Portanto, a abordagem do tema envolvendo a utilização de defensivos agrícolas e a saúde ocupacional também merece destaque.

## **2.2 Os defensivos agrícolas e a saúde ocupacional**

Segundo Papini *et al.* (2014), os defensivos agrícolas estão entre os fatores de riscos mais importantes para a saúde dos trabalhadores e para o meio ambiente. Algumas das formulações utilizadas são misturas de ingredientes ativos, o que pode favorecer o aparecimento de quadros clínicos mistos que dificultam o diagnóstico das intoxicações. Muitas formulações contêm ainda solventes orgânicos em diversas concentrações, utilizadas como veículos, que também contribui para a toxicidade do produto.

Minguela e Cunha (2017) citaram que a toxicidade de uma substância pode ser definida como a “capacidade para exercer uma ação tóxica sobre algum ser vivo ou grupo de seres vivos”. Assim, para determinar a toxicidade das substâncias ativas e dos defensivos agrícolas são considerados diversos parâmetros: toxicidade aguda, evidente e subcrônica; dose; dose máxima tolerada (DMT); dose letal média (DL50); concentração letal média (CL50); nível de exposição máximo sem efeitos adversos (NOAEL – *No observable adverse effect level*); irritação cutânea e ocular; e sensibilização da pele (ALMEIDA, 2002; MINGUELA E CUNHA, 2017; SISINNO; OLIVEIRA-FILHO, 2013).

As substâncias tóxicas podem entrar no organismo por três vias: ingestão (oral), inalação e via dérmica (pele e mucosas). No entanto, a via dérmica é a menos conhecida pelos aplicadores e, por esse motivo, preocupam-se mais com o nariz e a boca, ficando susceptíveis aos acidentes de intoxicação por via dérmica (BRASIL, 2019a; MINGUELA e CUNHA, 2017).

Cabe destacar que, quando se trata da avaliação dos defensivos agrícolas, a grande maioria dos modelos de avaliação de risco analisa apenas a exposição a um princípio ativo ou produto formulado, porém no mundo real os trabalhadores ficam expostos a misturas de produtos tóxicos cujos efeitos sinérgicos são desconhecidos ou não são levados em consideração. As concomitâncias das vias de penetração também não são consideradas, mesmo diante da possibilidade de que exposições por diferentes vias possam modificar a toxicocinética do defensivo agrícola, podendo torná-lo mais nocivo (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Dados do Boletim Epidemiológico nº. 58 do Ministério da Saúde, revelaram que entre os anos de 2007 e 2016 foram notificados 695.825 casos de intoxicação exógena, dos quais 43.716 (6,7%) foram relacionados ao trabalho. Em relação à via de exposição, as mais afetadas foram: respiratória (51,4%), digestiva (24,6%) e cutânea (18,5%). Identificou-se ainda que, das intoxicações exógenas relacionadas ao trabalho, 35,81% tiveram os defensivos agrícolas como agente tóxico causador, sendo os inseticidas (43,8%) e herbicidas (36,2%) os mais utilizados pelos trabalhadores que tiveram intoxicações. Já em relação às principais atividades realizadas no manuseio desses agrotóxicos, destacou-se a diluição (22,8%) e a pulverização (46,9%) (BRASIL, 2018a).

Em geral, os defensivos agrícolas podem causar três tipos de intoxicações exógenas ao homem (ALMEIDA, 2002; MINGUELA e CUNHA, 2017):

- **Intoxicação aguda:** os sintomas surgem rapidamente, em algumas horas após a exposição em excesso aos defensivos altamente tóxicos. No entanto, em função da quantidade de substâncias tóxicas absorvida, pode ocorrer de forma leve, moderada ou grave. Os sintomas e sinais costumam ser objetivos e nítidos, facilitando o diagnóstico.
- **Intoxicação subaguda:** a evolução dos sintomas é mais lenta e ocorre por exposição moderada ou pequena a produtos altamente tóxicos. Os sintomas normalmente são subjetivos e vagos, como: fraqueza, dor de cabeça, dor de estômago, sonolência, mal-estar, etc. Por serem

sintomas inespecíficos, geralmente são contornados sem o atendimento médico, não motivando o intoxicado à procura de serviços de pronto atendimento.

- **Intoxicação crônica:** o surgimento é tardio (meses ou anos), devido a exposição pequena ou moderada a um defensivo agrícola ou a múltiplos produtos. Os danos podem ser irreversíveis, como por exemplo, as paralisias e neoplasias (cânceres).

Almeida (2002) ainda citou que a ocorrência das intoxicações e seus agravos, dependem de vários fatores, tais como: características químicas e toxicológicas do agente, características do indivíduo exposto (ex.: idade, massa, sexo, etc.) e condição de exposição (condições gerais, frequência, dose, forma de exposição).

No entanto, além das intoxicações, existem resultados de muitas pesquisas indicando a associação de outras doenças à exposição ocupacional aos defensivos agrícolas. Cita-se: doenças cardiovasculares, perda auditiva, Parkinson, doenças renais, aumento do risco de morte por suicídio, linfoma não Hodgkin, risco aumentado de problemas respiratórios, neuropatia tardia, síndrome neurocomportamental, distúrbios neuropsiquiátricos, aumento do estresse oxidativo e cânceres (pulmão, próstata, mama, pele, bexiga, tireoide, etc.) (ARAÚJO *et al.*, 2007; BERG *et al.*, 2019; BONNER *et al.*, 2017; CARGNIN *et al.*, 2017; COSTA *et al.*, 2017; GARCÍA-GARCÍA *et al.*, 2016; KOUTROS *et al.*, 2015; KRAWCZYK *et al.*, 2017; LBOV *et al.*, 2015; LOZANO-PANIAGUA *et al.*, 2018; MATTIAZZI *et al.*, 2019; MWANGA *et al.*, 2016; NEGATU *et al.*, 2016; OGUT *et al.*, 2015; POUCHIEU *et al.*, 2018; RUTHS *et al.*, 2019; SENA *et al.*, 2019; SOUZA; SANTANA, 2016; ZENG *et al.*, 2017).

Destaca-se ainda, que uma pesquisa realizada com floricultores no sul do Brasil, indicou potencial genotóxico, ou seja, de dano ao DNA, das misturas de defensivos agrícolas às quais os trabalhadores estavam expostos (WILHELM *et al.*, 2015).

Além disso, no que se refere aos riscos ergonômicos, os trabalhos de preparo e aplicação de defensivos agrícolas manuais, exigem elevado esforço físico dos aplicadores que, associado à utilização dos EPIs prejudiciais ao processo de termorregulação, causam desconforto térmico e podem levar à desidratação. Relatam-se ainda, queixas de dores dos aplicadores devido à exposição a outros agentes ergonômicos, tais como: postura inadequada, transporte de carga,

movimentos repetitivos e longas horas de trabalho com períodos curtos de descanso (NAWI *et al.*, 2016; VEIGA *et al.*, 2016).

Sob outro aspecto, estudos envolvendo familiares dos aplicadores e produtores agrícolas revelaram, também, aumento do risco de cânceres (câncer de tireoide, mama e ovário) em cônjuges dos aplicadores, bem como o envolvimento de familiares, incluindo mulheres e crianças, nas atividades de transporte, mistura e aplicação de defensivos agrícolas, ficando expostos em alguns casos, sem qualquer tipo de proteção e na mesma intensidade dos aplicadores. Destaca-se ainda, as mulheres que relataram não se afastarem da exposição durante a gestação, participando das mesmas tarefas ao lado dos maridos durante as aplicações (ARAÚJO *et al.*, 2007; LERRO *et al.*, 2015).

Nesse contexto, percebe-se que a exposição dos trabalhadores aos defensivos agrícolas é capaz de causar danos à saúde que vão além da esfera ocupacional. Ademais, as intoxicações, outras doenças e seus agravos, envolvendo a exposição a esses produtos, podem reduzir de forma temporária ou permanente a capacidade de trabalho, impactando, inclusive, a renda familiar. Ressalta-se ainda, as dores e as incapacitações daqueles que precisam de se submeter a tratamentos médicos que podem ser demorados e desgastantes física e psicologicamente.

Em se tratando de cânceres, por exemplo, os exames para diagnóstico são muitos e variam dependendo do tipo e da localização do tumor. Os exames mais comuns envolvem: radiografias, tomografias, ressonâncias magnéticas, biópsias, endoscopias, ultrassons, exames de sangue, dentre outros. Logo, além do desgaste emocional para a realização dos exames e espera dos resultados, o trabalhador ainda poderá passar por tratamentos longos e muitas vezes com diversos efeitos colaterais. Os tratamentos mais utilizados envolvem: radioterapia, quimioterapia, transplante de medula óssea e uma grande diversidade de cirurgias. Já os efeitos colaterais e as complicações mais frequentes são: dor, fraqueza, feridas na boca, enjoo, queda de cabelos e outros pelos do corpo, vômitos e tonteados (INCA, 2019).

Destaca-se também, que a depressão é o transtorno psiquiátrico mais comum em pacientes com câncer, com prevalências variando de 22% a 29%. Ela, por sua vez, aumenta o uso de serviços de saúde mental, interfere negativamente na adesão aos tratamentos do câncer e na qualidade de vida dos pacientes. A presença de dor e o uso de terapias antineoplásicas (ex.: quimioterapias) são fatores de risco e

também dificultam a identificação da depressão (BAUMEISTER *et al.*, 2005; BOTTINO *et al.*, 2009; HEWITT; ROWLAND, 2002).

A partir do exposto, percebe-se a importância das medidas de proteção para a realização de trabalhos com defensivos agrícolas, bem como do acompanhamento da saúde dos trabalhadores para a prevenção das doenças e seus agravos, além da constatação de possíveis patologias no estágio inicial. Assim, os impactos negativos da exposição aos defensivos agrícolas podem ao menos ser minimizados, aumentando a qualidade e a expectativa de vida dos trabalhadores rurais. Por outro lado, evidencia-se ainda, a necessidade de pesquisas que envolvam os aspectos ocupacionais da exposição aos defensivos agrícolas, tais como a do presente estudo.

### **2.3 A influência de parâmetros meteorológicos nas aplicações de defensivos agrícolas**

Segundo Balastreire (2004), para a adequada utilização dos defensivos agrícolas devem ser observados alguns fatores principais: solo (cobertura, topografia, textura); hospedeiro (vegetal ou animal); patógeno (tamanho e mobilidade); princípio ativo; veículo (líquido, pó ou grânulo); operador (treinamento e proteção); máquina e clima (umidade relativa, pluviosidade, vento e temperatura).

Nesse sentido, recomendações para o preparo e aplicação de defensivos agrícolas envolvendo condições que abrangem o clima e seus parâmetros meteorológicos, são citadas por diversos autores.

No que se refere à umidade relativa do ar, Picanço *et al.* (2014) expuseram que para o armazenamento e preparo de caldas inseticidas é requerida alta umidade relativa do ar e temperaturas amenas. Pois, segundo eles, a aplicação de produtos via pulverização em condições de baixa umidade relativa do ar pode levar às perdas por evaporação, interferindo na eficácia do controle.

Ainda em relação à umidade relativa do ar, pesquisas vêm demonstrando a influência desse parâmetro na degradação dos princípios ativos, na deriva e na deposição dos defensivos agrícolas sobre o alvo. As menores taxas de umidade relativa do ar têm se mostrado mais propensas ao aumento da deriva e conseqüente redução da deposição sobre o alvo (BALAN *et al.*, 2008; DAVIE-MARTIN *et al.*, 2015; MACIEL *et al.*, 2017; MATTEI *et al.*, 2019; YU *et al.*, 2008; YU *et al.*, 2009).

Em relação às chuvas, além de propiciarem o desenvolvimento de doenças, retiram o produto pulverizado sobre as folhas, reduzindo a quantidade disponível dos defensivos agrícolas para controle das pragas e diminuindo o efeito residual. Logo, em períodos chuvosos, podem ser necessárias reaplicações dos produtos com a finalidade de se obter o controle necessário (PICANÇO *et al.*, 2014; SPADOTTO, 2006).

No que tange ao vento, relata-se que esse fator é de extrema importância na deposição dos defensivos agrícolas aplicados via pulverização, pois a trajetória das partículas liberadas durante a aplicação é influenciada pela distância do alvo, pelo tamanho das gotas e também pela velocidade do vento no momento da aplicação. Nesse contexto, estudos revelaram correlação direta entre o aumento da velocidade do vento e o aumento da deriva. Dessa forma, esse parâmetro meteorológico também é tido como um importante agravador de danos ambientais (BAIO *et al.*, 2019; LANGENBACH *et al.*, 2017; LINHART *et al.*, 2019; PICANÇO *et al.*, 2014; SHENGDE *et al.*, 2017; SPADOTTO, 2006; WANG *et al.*, 2018).

Ferreira *et al.* (2014) recomendaram que condições seguras para pulverização são com ventos de até 6,5 km.h<sup>-1</sup>. Também citaram que a direção do vento deve ser considerada mesmo se a velocidade estiver dentro do aceitável, visando evitar danos causados às culturas vizinhas, ao ambiente e ao operador. Já Minguela e Cunha (2017), afirmaram que o risco aumenta em função do vento, pois esse, mantém as partículas no ambiente e as transportam para outros locais não-alvos.

Por fim, no que se refere à temperatura, profissionais e resultados de pesquisas indicam que as aplicações de defensivos agrícolas não devem ser realizadas em temperaturas elevadas, pois propiciam a ocorrência de fenômenos que impactam na eficácia da aplicação e na deriva dos produtos, tais como: efeitos fitotóxicos, redução do tamanho das gotas, aumento da volatilização e degradação dos princípios ativos, aumento do risco de formação de pequenas partículas que permanecem em suspensão na atmosfera (BALAN *et al.*, 2008; DAVIE-MARTIN *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2014; MACIEL *et al.*, 2017; PICANÇO *et al.*, 2014; PIRES JÚNIOR; FERREIRA, 2007; SPADOTTO, 2006).

A partir do exposto, percebe-se que quando se trata da aplicação de defensivos agrícolas, muitos autores e estudos abrangem as condições mais adequadas para a realização dessa atividade. No entanto, essas abordagens, de maneira geral, abrangem aspectos que interferem, sobretudo, na qualidade da aplicação para o benefício dos cultivos e para a minimização da deriva como principal causadora de contaminação ambiental. Portanto, de forma complementar, o presente trabalho buscou investigar influências de alguns desses parâmetros na exposição dos trabalhadores aos defensivos agrícolas.

## **2.4 Casas de vegetação e condições ambientais adversas**

Segundo Barbosa *et al.* (2015), o cultivo protegido é uma alternativa para a proteção das plantas, sobretudo contra as adversidades climáticas, tais como: geadas, granizos, excesso de chuvas e alta insolação. Toda via, essa forma de cultivo têm ainda grande potencial para controle de doenças e pragas, podendo até mesmo reduzir a utilização e os gastos com defensivos agrícolas.

Assim, a utilização de casas de vegetação, para a realização do cultivo protegido, tem aumentado nos últimos anos, em função da facilidade de aquisição e construção, bem como da redução dos custos envolvidos. As casas de vegetação são estruturas cobertas e abrigadas artificialmente com materiais transparentes (ex.: plásticos, vidros e telas) que permitem a proteção dos cultivos, mas propiciam a passagem da luz solar para crescimento e desenvolvimento dos mais diversos tipos de plantas que podem ser cultivados no seu interior (BARBOSA *et al.*, 2015; BELTRÃO *et al.*, 2002; REIS, 2005).

Quanto às plantas ornamentais, sobretudo de flores de corte como as rosas, o cultivo nesses ambientes também tem se expandido com o objetivo de aumentar a produtividade, diversificar a variedade de espécies de origem estrangeira e melhorar a qualidade das hastes florais, promovendo por consequência, o aumento do lucro para os produtores (BARBOSA *et al.*, 2015).

Por outro lado, pesquisas vêm demonstrando que no interior das casas de vegetação forma-se um microclima, alterando as condições ambientais e influenciando, principalmente, a: evaporação, temperatura, velocidade do vento e irradiação solar (BELTRÃO *et al.*, 2002; CAMPECHE *et al.*, 2017; CHAVARRIA *et al.*,

2007; CHAVARRIA *et al.*, 2009; MESMOUDI *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2019; SCHETTINI; VOX, 2010).

Nesse contexto, segundo Minguela e Cunha (2017), em casas de vegetação as condições ambientais favorecem a manutenção das partículas em suspensão por longos períodos, motivo pelo qual as aplicações devem ser feitas no sentido de saída do ambiente e a reentrada deve respeitar um tempo adequado. Corroborando, tal fato, um estudo realizado por Nakagawa *et al.* (2016) envolvendo a avaliação da concentração e o tempo de permanência de um inseticida organofosforado em casa de vegetação, revelou que o defensivo permaneceu no ar em concentração três vezes maior que o limite de exposição ocupacional por mais de 24 horas e que ainda foi possível detectá-lo no ar após passados quatro dias da aplicação.

A temperatura, que pode ser maior no interior das casas de vegetação em relação à temperatura do exterior, além da possibilidade de prejuízos ao desenvolvimento dos cultivos, possibilita-se o aumento do risco da exposição ocupacional ao calor.

Quando o trabalhador fica exposto ao calor, pode recebê-lo por condução, convecção, radiação ou produzi-lo pelo próprio metabolismo. Em contrapartida, perde calor por evaporação. Porém, como a perda de calor do organismo por evaporação é limitada fisiologicamente, se o ganho de calor é maior do que a capacidade de dissipação, ocorre a sobrecarga térmica ou estresse térmico, capaz de causar: queda da pressão arterial, desidratação, câimbras de calor, choque térmico, edemas, erupções dérmicas, exaustão e redução da capacidade produtiva (ROSEMBERG; BASTOS, 2016; SALIBA, 2019).

Nesse contexto, percebe-se que as casas de vegetação podem potencializar a exposição ocupacional às condições insalubres envolvendo, principalmente, a temperatura e as concentrações de agentes químicos na atmosfera. Por tal motivo, selecionou-se esses ambientes para o desenvolvimento do estudo.

## **2.5 Condições insalubres envolvendo o preparo e a aplicação de defensivos agrícolas**

A palavra “insalubre” é originária do latim *insalubris*. Constitui tudo aquilo que não faz bem à saúde, que causa doença (SALIBA; CORRÊA, 2019). Assim, se utilizados sem as adequadas medidas de controle, os defensivos agrícolas podem ser

considerados insalubres para os trabalhadores, tal qual, outros agentes ambientais que possam causar doenças, como: calor, ruído, radiações, umidade, vibrações, etc.

Logo, dada a importância, tanto em relação a toxicidade quanto a escala de uso no Brasil, os defensivos agrícolas possuem uma ampla cobertura legal no país. Dentre as diversas normas envolvendo esses produtos, estão as Normas Regulamentadoras (NRs) da Secretaria Especial de Previdência e Trabalho, que segundo a Escola Nacional de Inspeção e Trabalho (ENIT):

(...) são disposições complementares ao capítulo V da CLT, consistindo em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho (BRASIL, 2020).

Dentre as referidas NRs, destaca-se a Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15), a qual estabelece as atividades e operações insalubres envolvendo riscos físicos, químicos e biológicos (BRASIL, 2019b). No que se refere aos defensivos agrícolas, que estão associados aos riscos químicos, deve-se atentar sobretudo aos Anexos nº 11 e nº 13 dessa NR. O Anexo nº 11 institui os agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho. Já o Anexo nº 13, estabelece uma relação das atividades e operações envolvendo agentes químicos, consideradas insalubres somente em decorrência de inspeção realizada no local de trabalho.

Assim, considerando a composição química de um determinado defensivo agrícola, a exposição de um trabalhador fará jus ao adicional de insalubridade ou não, através do enquadramento na referida NR em um dos anexos citados. Por outro lado, o fato de um determinado defensivo agrícola não se enquadrar em um desses anexos, não o exime de possíveis danos à saúde ocupacional. Ou seja, apenas não dá direito ao recebimento de adicional de insalubridade, mas não implica na garantia de um ambiente salubre.

Isso ocorre, pois a NR-15 carece de atualizações, tendo em vista por exemplo, que os limites de tolerância dos agentes químicos constantes no Anexo nº 11 foram definidos em 1978, utilizando como base os valores da ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) daquela época. Portanto, além de não abrangerem a diversidade de substâncias e compostos químicos existentes no mercado atualmente, não foram atualizados ao longo dos anos, apesar da evolução

das pesquisas técnicas e científicas comprovarem a necessidade de redução de diversos desses valores (MUTTI *et al.*, 2018).

Nesse contexto, para fins de proteção da saúde dos trabalhadores, são adotados mundialmente os limites de exposição ocupacional estabelecidos pela ACGIH. Essa organização, além de outros trabalhos científicos, publica anualmente o guia dos Limites de Exposição Ocupacional (TLV) e dos Índices Biológicos de Exposição (BEIs) atualizados a serem utilizados para a avaliação e controle dos riscos ambientais nos locais de trabalho. Os limites são definidos de acordo com os potenciais danos à saúde dos trabalhadores, abrangendo assim, limites para efeitos de curto e longo prazo (ABHO, 2020; MAGALHÃES, 2019; SALIBA, 2019).

Nesse sentido, a própria Norma Regulamentadora nº 9 (NR-9) cita que, na ausência de limites de tolerância normatizados na NR-15, poderão ser utilizados os limites recomendados pela ACGIH para a adoção de medidas de controle que visem a eliminação, minimização ou controle dos riscos ambientais. Destaca-se que o Anexo nº 11 da NR-15 possui aproximadamente 200 agentes químicos e o guia da ACGIH 2020, mais de 700 (ACGIH, 2020; BRASIL, 2019a).

No que se refere aos trabalhadores rurais, deve-se ainda atender aos preceitos da Norma Regulamentadora nº 31 (NR-31), que trata da “Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura”. Nesse sentido, considerando a nocividade dos defensivos agrícolas para a saúde dos trabalhadores, o item “31.8” dessa legislação estabelece condutas e vetos específicos para a utilização de “Agrotóxicos, adjuvantes e produtos afins” (BRASIL, 2018b).

De acordo com essa legislação, é vedada a manipulação de defensivos agrícolas por menores de 18 anos, maiores de 60 anos e gestantes. Nesse último caso, é imposto ao empregador rural ou equiparado o afastamento da gestante das atividades com exposição direta a defensivos agrícolas imediatamente ao ser informado da gravidez (BRASIL, 2018b).

Por fim, e igualmente importante, as Normas Regulamentadoras nº 6, nº 9 e nº 31 regulamentam que devem ser adotadas medidas de proteção individual, como a utilização de EPIs, quando as demais medidas coletivas e administrativas que visem a eliminação, controle ou redução dos riscos não forem suficientemente satisfatórias para a proteção dos trabalhadores ou enquanto estiverem em fase de implantação, bem como em situações de emergência (BRASIL, 2018b, 2018c, 2019a).

Assim, considerando as características das atividades de preparo e aplicação de defensivos agrícolas, sobretudo as realizadas manualmente, tem-se a necessidade de utilização de diversos EPIs, que além da proteção aos riscos de acidentes, também visam a neutralização das condições insalubres. Por esse motivo, o presente estudo também investigou falhas na utilização desses equipamentos de proteção, tendo em vista que, tanto a não utilização, como o uso inadequado, são potencialmente prejudiciais aos trabalhadores que desenvolvem essas atividades.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo e seleção do cultivo

O trabalho foi desenvolvido no município de Barbacena, localizada no estado de Minas Gerais, na região do Campo das Vertentes, a latitude 21°13'33" Sul e longitude 43°46'25" Oeste. O município de aproximadamente 759 km<sup>2</sup> possui clima tropical de altitude tipo Cwb, com invernos frios e verões amenos (IBGE, 2019). Barbacena é conhecida como a “Cidade das Rosas” devido à sua significativa produção, que, segundo dados da EMATER - MG (2018), é de aproximadamente 530 mil dúzias de flores de corte por ano.

Considerando que o produto final precisa estar em boas condições visuais de comercialização, esse tipo de cultivo é realizado em casas de vegetação (Figura 1) e recebe a aplicação rotineira de defensivos agrícolas. Portanto, devido à significância regional e às condições de produção, optou-se por selecionar o cultivo de rosas como alvo de pesquisa.

Figura 1 - Cultivo de rosas em casas de vegetação



Fonte: A autora

A metodologia utilizada no presente trabalho dividiu-se em três etapas. A primeira relacionada a avaliação respiratória dos aplicadores durante as atividades de preparo e aplicação de defensivos agrícolas em casas de vegetação. A segunda, abrangeu a avaliação da deposição dos defensivos agrícolas sobre o aplicador, e a última, a metodologia utilizada para análise da eficácia dos EPIs frequentemente recomendados e utilizados pelos trabalhadores.

### **3.2 Avaliação respiratória dos aplicadores**

Essas avaliações tiveram como objetivo investigar as concentrações inaláveis de agentes químicos durante o preparo e aplicação da calda, bem como a interferência da temperatura nessa exposição ocupacional. Também buscou-se identificar, por meio dos resultados dessas avaliações, a existência ou não de exposição insalubre durante essas atividades.

#### **3.2.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA**

O experimento foi conduzido em blocos casualizados (DBC), cujos tratamentos foram:

- produto 1 (P1): defensivo agrícola 1;
- produto 2 (P2): defensivo agrícola 2;
- produto 3 (P3): mistura dos defensivos agrícolas 1 e 2.

Selecionou-se 4 produtores de rosas regionais para o desenvolvimento da pesquisa e foram realizadas duas repetições para cada um desses produtores nos diferentes tratamentos. Assim, totalizou-se 8 repetições por tratamento, onde a unidade experimental foi constituída por um produtor, perfazendo um total de 24 parcelas. Na Tabela 1, está representado o croqui do experimento utilizado para cada condição de temperatura.

De forma a investigar se temperaturas mais elevadas promoviam maior exposição ocupacional aos defensivos agrícolas, o experimento foi igualmente realizado em duas condições de temperatura:

- temperatura de bulbo seco acima de 30 °C (verão) e;
- temperatura de bulbo seco abaixo de 15 °C (inverno).

Tabela 1 – Delineamento experimental

Produtor 1	Produtor 2	Produtor 3	Produtor 4
P1R2	P2R2	P3R1	P1R1
P2R1	P3R1	P2R1	P2R1
P3R1	P1R1	P1R2	P3R2
P3R2	P1R2	P1R1	P2R2
P1R1	P2R1	P2R2	P1R2
P2R2	P3R2	P3R2	P3R1

Nota: “P” são os tratamentos e “R” as repetições.

Portanto, o experimento conteve 24 parcelas para temperaturas acima de 30 °C coletadas no período do verão de 2019, e outras 24 parcelas para temperaturas abaixo de 15 °C coletadas no período do inverno de 2019, totalizando 48 parcelas.

Após apurados e organizados, os dados foram representados por meio de figuras e tabelas, e analisados por meio de medidas de posição e dispersão. Para verificar possíveis diferenças significativas entre os tratamentos, utilizou-se o teste de *Student* (Teste “t”), adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Nessas etapas, empregou-se os softwares Excel 2016 e o SAEG 9.1 (2007).

### 3.2.2 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram selecionados dois defensivos agrícolas líquidos utilizados regionalmente, com distintas formulações e ingredientes ativos principais. O defensivo agrícola 1 é utilizado no cultivo de rosas para nutrição, controle de fungos e parasitas, possuindo como ingrediente ativo principal o Cobre (Cu). Já o defensivo agrícola 2 que é usado para fins de nutrição, controle de fungos e insetos, possuía o Enxofre (S) como ingrediente ativo principal. Na composição de ambos os defensivos foi identificada também a presença de Cálcio (Ca) como ingrediente ativo.

Ressalta-se, que os ingredientes ativos citados pertencem a diferentes famílias químicas, sendo o cobre da família 1B dos metais de transição, o enxofre da família 6A dos calcogênios (não-metals) e o cálcio da família 2A dos metais alcalinos-terrosos. Portanto, a seleção e utilização desses defensivos possibilitou a análise de

produtos com propriedades químicas distintas. Fato esse, que é muito comum nas atividades de pulverização, tendo em vista a variedade de produtos disponíveis no mercado.

Buscado a situação mais desfavorável para o aplicador, ambos os produtos foram utilizados na máxima dosagem recomendada pelos fabricantes e pulverizados no interior de casas de vegetação. Assim, na Tabela 2 a seguir estão sintetizadas as informações sobre: os ingredientes ativos, suas respectivas concentrações nos produtos e as dosagens utilizadas.

Tabela 2 – Informações sobre os defensivos agrícolas utilizados

	Composição	Dose por aplicação	
		Litros / Hectare	Litros / 100 L de água
<b>Defensivo agrícola 1</b>	Cobre: 7% Cálcio: 3,3%	1	1
<b>Defensivo agrícola 2</b>	Enxofre: 19,5% Cálcio: 6%	10	10

### 3.2.3 CASAS DE VEGETAÇÃO E PULVERIZAÇÃO

Visando o controle local, selecionou-se casas de vegetação com dimensões similares de aproximadamente 6,0 x 10,0 x 4,5 m (largura x comprimento x altura), compostas de estrutura em metal e/ou madeira e plástico filme 150 micras. No momento da coleta dos dados, as casas de vegetação permaneciam fechadas nas laterais, com ventilação natural propiciada apenas pelas aberturas superiores, conforme demonstrado a seguir (Figura 2).

No interior das casas de vegetação, as roseiras, já em fase de floração, possuíam altura entre 1,6 e 2,1 m e canteiros espaçados em aproximadamente 1,0 m. Para a pulverização dos produtos, padronizou-se a utilização de pulverizador costal manual com tanque de 20 L e ponta com formato do jato em cone cheio (Figura 3), devido à frequente utilização deste equipamento pelos produtores locais.

Em relação aos bicos de pulverização, antes das aplicações, observou-se o estado de conservação desses, a uniformidade do jato e a vazão real, de forma que bicos obstruídos ou em estado de conservação precário foram substituídos por bicos novos.

Figura 2 - Ventilação natural na parte superior das casas de vegetação



Fonte: A autora

Figura 3 - Pulverizador costal manual e bico de pulverização



Fonte: A autora

### 3.2.4 AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS METEOROLÓGICOS

Para a avaliação da umidade relativa do ar (RH) e da velocidade do vento (V), utilizou-se o termo-higro-anemômetro-luxímetro digital portátil, da marca Instrutherm, modelo THAL-300 (Figura 4), previamente calibrado em laboratório acreditado pelo INMETRO. A umidade relativa do ar e a velocidade do vento foram quantificadas no interior e no exterior das casas de vegetação previamente ao preparo e aplicação da calda, sendo o experimento conduzido somente na condição de velocidade do vento nula. Tal velocidade também foi monitorada durante toda a etapa de pulverização.

No início do preparo e aplicação da calda também foram realizadas avaliações das temperaturas no interior e no exterior das casas de vegetação. Utilizou-se medidores de estresse térmico, denominados termômetro de globo, da marca Instrutherm, modelo TGD-200 (Figura 4), que forneceram resultados das temperaturas de Bulbo Seco, Bulbo Úmido, Globo e do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo). Tais medidores também foram previamente calibrados em laboratório acreditado pelo INMETRO.

Segundo Saliba (2009), o termômetro de globo (tg), mede a temperatura média de radiação do ambiente (radiação térmica ou energia radiante). Já o termômetro de bulbo seco (tbs) corresponde à temperatura do ar ambiente sem a presença de calor radiante e o de bulbo úmido natural (tbn) à temperatura ambiente com influência da evaporação. Por fim, o IBUTG que representa a exposição ocupacional ao calor considerando as três temperaturas avaliadas foi calculado conforme a Norma de Higiene Ocupacional 06 (NHO 06), por meio das equações 1 e 2 a seguir (FUNDACENTRO, 2017):

- Ambientes internos ou externos sem carga solar direta:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg} \quad (1)$$

- Ambientes internos ou externos com carga solar direta:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,2 \text{ tg} + 0,1 \text{ tbs} \quad (2)$$

Figura 4 –Termo-higro-anemômetro-luxímetro e medidor de estresse térmico



Fonte: A autora

### 3.2.5 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS AGENTES QUÍMICOS

Tendo em vista a existência de diferentes agentes químicos na composição dos defensivos agrícolas, foi necessária a utilização de estratégias de amostragens distintas de acordo com os tratamentos estipulados e os elementos coletados. Assim, para o produto 1 (defensivo agrícola 1) avaliou-se o elemento cobre. Já para o produto 2 (defensivo agrícola 2) avaliou-se o dióxido de enxofre ou gás sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ), por ser um dos compostos possivelmente gerados no ambiente. Por fim, para o produto 3 (mistura dos defensivos 1 e 2) avaliou-se o elemento cálcio, que era comum à ambos os defensivos e também foi realizada a avaliação de particulados totais (PT), que representa o material particulado suspenso no ar.

Para as avaliações de cobre, cálcio e particulados totais, realizou-se coletas do material particulado no ar durante o preparo e a aplicação da calda. Tais coletas foram executadas por meio da utilização de: rotâmetro da marca Dwyer, bomba de amostragem Gilian BDX-II da marca Sensidyne e coletores do tipo cassete (Figura 5).

Figura 5 – Equipamentos de amostragem e calibração



Fonte: A autora

No que se refere à calibração, a bomba de amostragem possuía Certificado de Calibração válido, emitido por laboratório acreditado pelo INMETRO. No entanto, a calibração da vazão para  $3 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  foi realizada antes do início de cada coleta de dado através da utilização do rotâmetro, posicionado na entrada de ar do coletor. Dessa forma, foi possível garantir que a vazão estipulada na bomba percorria o cassete. Essa mesma vazão foi conferida por meio do rotâmetro após as coletas de dados, com objetivo de verificar se não havia diferenças significativas entre a vazão de início e fim das coletas, que segundo a NHO 08, deveria ser inferior a 5% para a validação das amostras.

A bomba de amostragem é um equipamento responsável por promover a passagem do ar pelo coletor, podendo ser calibrada em diferentes vazões de acordo com o agente químico avaliado. Para os elementos anteriormente citados (Cu, Ca, particulados totais), adotou-se a vazão de  $3 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  tendo como referência a Metodologia NIOSH 7300 (2003) e a Metodologia NIOSH 0500 (1994) do *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH).

Os cassetes são tipos de coletores utilizados para amostragem de particulados, névoas e alguns vapores, sendo os mais usuais compostos por porta-filtro, suporte do

filtro, filtro de membrana e, quando necessário, separador de partículas (FUNDACENTRO, 2009). Assim, nas amostragens dos agentes químicos em questão, foram utilizados cassetes com filtros específicos para coleta e análise de cobre, cálcio e particulados totais, conforme as metodologias do NIOSH anteriormente citadas.

Após devidamente montada e calibrada, a bomba de amostragem foi posicionada na cintura do aplicador e o cassete na zona respiratória (Figura 6), ou seja, numa distância de aproximadamente 0,15 m medido a partir das narinas.

Figura 6 – Posicionamento do equipamento de amostragem



Fonte: A autora

Quando iniciado o processo de manuseio dos defensivos para o preparo da calda, a bomba de amostragem foi ligada e permaneceu em funcionamento até o final da aplicação de toda a calda presente no tanque do pulverizador costal manual. Finalizada a aplicação no interior das casas de vegetação, ao sair do local, a bomba era desligada, o coletor devidamente retirado e lacrado para o posterior envio ao laboratório de análises químicas. Em seguida, um coletor de teste foi conectado à bomba para a avaliação da vazão ao final da coleta (Figura 7).

Figura 7 – Método de calibração utilizado antes e depois das avaliações



Fonte: A autora

Todos os coletores foram enviados para um laboratório de análises químicas que possui acreditação da AIHA (*American Industrial Hygiene Association*) para testes analíticos de higiene ocupacional. Ressalta-se que a AIHA é o órgão Federal Americano responsável por garantir o cumprimento das recomendações da OSHA (*Occupational Safety and Health Association*) e da NIOSH. Cabe destacar ainda, que o laboratório pertence a uma corporação que recebe e analisa amostras de mais de 50 países, incluindo América do Sul, Ásia, Europa e Austrália (ANALYTICS, 2019).

Para o dióxido de enxofre, utilizou-se um detector instantâneo da marca Crowcon, previamente calibrado em laboratório acreditado pelo INMETRO. Tal detector também foi posicionado na zona respiratória dos aplicadores durante o preparo e aplicação da calda contendo o produto 2 (Figura 8). As leituras dos resultados fornecidos pelo equipamento foram anotadas a cada minuto, de forma a obter-se uma média desses resultados para cada amostra.

Figura 8 – Posicionamento do detector instantâneo nos aplicadores



Fonte: A autora

### 3.2.6 BRANCO DE CAMPO

Visando a verificação de possíveis contaminações durante os procedimentos de amostragem, utilizou-se também os brancos de campo. Ou seja, a realização de amostras que tiveram como objetivo constatar a presença de cobre, cálcio, dióxido de enxofre e particulados totais, além dos presentes nos defensivos agrícolas, que poderiam interferir nos resultados das avaliações quantitativas. Portanto, os brancos de campo também foram utilizados para a verificação desses contaminantes na água usada para o preparo da calda.

As amostras realizadas como branco de campo seguiram a mesma metodologia descrita anteriormente para amostragem de cobre, cálcio, dióxido de enxofre e particulados totais, com a única diferença de não serem utilizados defensivos agrícolas, mas apenas pulverizações da água utilizada pelos produtores.

Para cada produtor, realizou-se três amostras de brancos de campo em cada época de coleta (verão e inverno), tendo em vista que a água utilizada por cada um deles possuía diferentes origens.

### 3.3 Avaliação da deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador

Esta etapa teve como objetivo identificar as partes do corpo atingidas por defensivos agrícolas durante o preparo e aplicação da calda. Assim, para avaliar a deposição de defensivos sobre o aplicador, padronizou-se a utilização do mesmo pulverizador costal manual com tanque de 20 L e ponta com formato do jato em cone cheio, bem como a mistura dos defensivos agrícolas 1 e 2.

Em relação ao local de pulverização, todas as 8 repetições foram realizadas dentro de uma casa de vegetação medindo 6,0 x 10,0 x 4,5 m (largura x comprimento x altura), com aberturas apenas na parte superior dos lados com menores dimensões. No interior da casa de vegetação, as roseiras, já em fase de floração, possuíam altura entre 1,6 e 2,1 m e canteiros espaçados em aproximadamente 1 m.

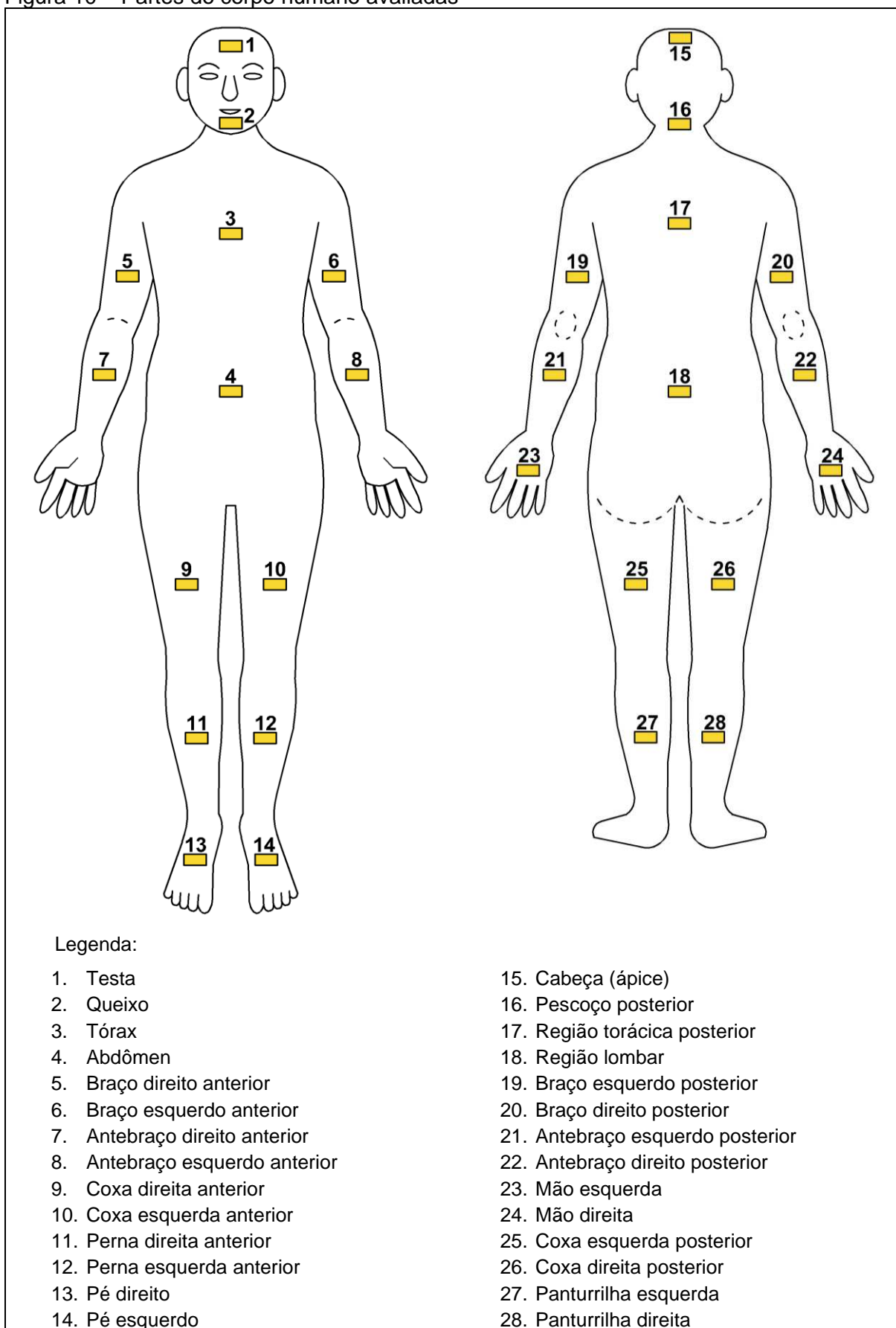
Para a avaliação da deposição sobre o aplicador foram utilizadas etiquetas de papel hidrossensível, sobre os EPIs (Figura 9), posicionadas em 28 partes do corpo do trabalhador (Figura 10), visando a constatação das partes atingidas, bem como das de maior e menor criticidade. Ressalta-se que na realização de uma amostra preliminar, nas condições da pesquisa, verificou-se a saturação de algumas etiquetas com volumes de pulverização superiores a 4 L. Portanto, padronizou-se a aplicação de 4 L de calda em cada repetição do experimento, para que fosse possível a leitura dos resultados pelo software CIR 1.5.

Figura 9 – Etiquetas posicionadas sobre os EPIs



Fonte: A autora

Figura 10 – Partes do corpo humano avaliadas



Fonte: A autora

Por meio da realização de um ensaio preliminar, constatou-se que não seria possível a utilização de etiquetas hidrossensíveis nas condições de baixa temperatura, tendo em vista que as temperaturas mais baixas também coincidem com os períodos de maior umidade relativa do ar. Assim, as etiquetas mudavam de cor, absorvendo a umidade ambiente, quando submetidas apenas à exposição local. Logo, a área de cobertura nessas condições não seria adequadamente constatada.

Figura 11 – Amostras das etiquetas em condições de baixa temperatura e elevada umidade relativa do ar no interior das casas de vegetação



Fonte: A autora

Devido ao acúmulo de umidade no interior das casas de vegetação nas condições de baixa temperatura, ocorria o gotejamento de água da cobertura. Tal fato também comprometeria o resultado de área de cobertura, pois as gotas de água oriundas da cobertura seriam contabilizadas no resultado final. Nesse contexto, padronizou-se a condução do experimento de deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador na condição de temperatura mais elevada (temperatura de bulbo seco acima de 30 °C).

O experimento foi conduzido a partir da análise de deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador em 28 partes do corpo humano, conforme demonstrado na Figura 10. Realizou-se 6 repetições em dias aleatórios de pulverização, com temperaturas acima de 30 °C, totalizando 168 resultados de deposição sobre o aplicador. Após apurados e organizados, os dados foram representados por meio de imagens e tabelas, e analisados através de medidas de descrição e dispersão com o auxílio dos softwares Excel 2016 e SAEG 9.1 (2007). Também se utilizou o software SigmaPlot 14.0 para gerar os gráficos de distribuição de defensivos agrícolas sobre o aplicador.

### 3.4 Constatação de falhas nos EPIs utilizados

A última etapa do estudo consistiu na constatação de falhas *in loco* em relação a utilização dos EPIs nas atividades de preparo e aplicação de defensivos agrícolas em casas de vegetação. Assim, considerando os quatro produtores selecionados e um total de 12 funcionários envolvidos nessas atividades, foram realizadas 50 observações envolvendo as atividades de preparo e aplicação de defensivos agrícolas, para as quais verificou-se: equipamentos utilizados, falhas na utilização, deteriorações e eficácia para neutralização dos agentes químicos. Essa última verificação incluiu consulta ao Certificado de Aprovação (CA) dos EPIs, Folhetos e Fichas Técnicas disponibilizados pelos fabricantes.

Tendo como base os riscos envolvidos nas atividades de preparo e aplicação de defensivos agrícolas e a lista de equipamentos de proteção individual da Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) – Equipamento de Proteção Individual - EPI, da Secretaria Especial de Previdência e Trabalho (BRASIL, 2018c), observou-se a utilização dos seguintes EPIs:

- vestimenta de corpo inteiro;
- capuz para proteção do crânio, face e pescoço; ou
- vestimentas de corpo inteiro com capuz;
- protetor facial;
- respirador purificador de ar;
- luvas para proteção das mãos;
- calçado para proteção dos pés;
- perneira para proteção das pernas contra agentes cortantes e perfurantes.

Cabe destacar que tais EPIs foram analisados tendo em vista a capacidade de neutralização da exposição aos agentes químicos, mas, no caso das perneiras, verificou-se a capacidade de proteção contra picadas de animais peçonhentos, cuja ocorrência é relevante em campo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Avaliação da exposição por vias respiratória dos aplicadores

Tendo como base os resultados das coletas de dados das avaliações respiratórias nas duas condições de temperatura, apresenta-se os resultados sintetizados e analisados, bem como as discussões cabíveis, abrangendo: os parâmetros meteorológicos no interior e no exterior das casas de vegetação, as contaminações dos brancos de campo, a quantificação dos agentes químicos e as possíveis condições insalubres.

#### 4.1.1 PARÂMETROS METEOROLÓGICOS AVALIADOS

##### a) UMIDADE RELATIVA DO AR

No que tange à umidade relativa do ar (RH), obteve-se 24 pares de dados para cada condição de temperatura, sendo cada par de dado composto por uma avaliação interna e uma externa às casas de vegetação. Apesar de todos os valores internos de umidade relativa do ar terem sido menores em relação aos seus pares externos, ocorrendo assim, médias internas menores, conforme apresentadas na Tabela 3, constatou-se não haver diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os valores médios internos e externos obtidos nas mesmas condições de temperatura.

Tabela 3 – Média ( $\bar{X}$ ), desvio padrão ( $S_X$ ), coeficiente de variação (CV), maior e menor valores da umidade relativa do ar para os respectivos tbs

	TBS ACIMA DE 30 °C			
	$\bar{X} \pm S_X$	CV [%]	Maior Valor	Menor Valor
RH <sub>interno</sub> [%]	34,44 ± 3,57	10,37	42,2	30,5
RH <sub>externo</sub> [%]	36,95 ± 3,51	9,50	43,1	32,8
	TBS ABAIXO DE 15 °C			
	$\bar{X} \pm S_X$	CV [%]	Maior Valor	Menor Valor
RH <sub>interno</sub> [%]	78,06 ± 5,21	6,67	83,0	65,7
RH <sub>externo</sub> [%]	81,53 ± 3,63	4,45	86,1	75,4

Nesse contexto, corroborando os valores encontrados no presente trabalho, pesquisas realizadas por Farias *et al.* (1993) e Chavarria *et al.* (2007) envolvendo cultivos em ambiente protegido por material plástico, constataram respectivamente que, os valores internos e externos de umidade relativa do ar foram muito próximos em média e que a cobertura plástica não influenciou de forma significativa na umidade relativa do ar.

Por outro lado, ainda em relação à Tabela 3, houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os valores de umidade relativa do ar internos (34,44% e 81,53%) obtidos nas diferentes condições de temperatura, bem como entre os valores externos (36,95% e 81,53%) também obtidos nas diferentes condições de temperatura. Ou seja, a umidade relativa do ar tanto interna, quanto externamente, foi de fato maior na condição de temperatura mais baixa. No interior das casas de vegetação, a umidade relativa do ar foi em média 126,66% maior na condição de temperatura mais baixa. Já no ambiente externo, esse mesmo parâmetro foi em média 120,65% maior também na condição de temperatura mais baixa.

Também em relação aos parâmetros estatísticos da Tabela 3, o maior valor de umidade relativa do ar (86,10%) foi obtido no exterior das casas de vegetação na temperatura de bulbo seco de 14,3 °C. Já o menor valor de umidade relativa do ar (30,5%), ocorreu no interior da casa de vegetação e na maior temperatura de bulbo seco obtida no experimento, de 39,0 °C.

Nesse sentido, segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, 2020a) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a umidade relativa do ar aumenta com a redução da temperatura, pois as temperaturas mais elevadas tendem a tornar o ar mais seco e, por consequência, com menos umidade. Ressalta-se ainda outro aspecto meteorológico observado durante a realização do experimento nessa região na condição de menor temperatura, referente à formação de neblinas e nevoeiros. Tais fenômenos são causados pelas constantes inversões térmicas e consistem na existência de gotículas d'água que flutuam no ar e reduzem a visibilidade. Além do impacto na visibilidade, outro fator importante é o alto índice da umidade relativa do ar, cujos valores alcançam até 98% no período da manhã (CPTEC, 2020b).

Portanto, os resultados de umidade relativa do ar encontrados são coerentes com as condições nas quais o experimento foi conduzido nas duas estações do ano

(verão entre 12 h e 15 h e inverno entre 5 h e 8 h), visando alcançar as condições de temperatura estabelecidas ( $t_{bs} > 30\text{ °C}$  e  $t_{bs} < 15\text{ °C}$ ).

Os dados mais dispersos em relação à média foram obtidos no interior das casas de vegetação na condição de temperatura mais baixa, conforme explicitado na Tabela 3 pelo valor de desvio padrão de 5,21%. Em contrapartida, de acordo com o coeficiente de variação, obteve-se o conjunto de amostras mais homogêneo (4,45%) no exterior das casas de vegetação também na condição de temperatura mais baixa.

Por fim, em relação a esse parâmetro, a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda para os seres humanos que os níveis de umidade relativa do ar estejam entre 30% e 50%, pois em níveis superiores a 65% a incidência de doenças respiratórias pode aumentar, sobretudo em pessoas que sofram de asma e alergias. Já os níveis mais baixos (abaixo de 20%), podem induzir à secura e coceira na pele, além de agravar outras doenças respiratórias e da derme (WHO, 1988). Logo, os dados obtidos indicam que, para a condição de temperatura mais baixa, a umidade relativa do ar está fora da faixa ideal para a preservação da saúde humana.

## **b) TEMPERATURA**

Em relação às avaliações de temperatura, também se obteve 24 pares de dados em cada uma das duas condições inicialmente estipuladas para as temperaturas de globo ( $t_g$ ), bulbo seco ( $t_{bs}$ ) e bulbo úmido natural ( $t_{bn}$ ), bem como para o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG).

Ponderando a nota de rodapé da NHO-06, a qual estabelece que “Considera-se carga solar direta quando não há nenhuma interposição entre a radiação solar e o trabalhador exposto, por exemplo, a presença de barreiras como: nuvens, anteparos, telhas de vidro etc.”, utilizou-se a equação (1) para o cálculo do IBUTG no interior das casas de vegetação ( $IBUTG_{\text{interno}}$ ) e a equação (2) para o cálculo do IBUTG fora das casas de vegetação ( $IBUTG_{\text{externo}}$ ). Uma vez que, analogamente aos anteparos e telhas de vidro citados na norma, a presença dos materiais de fechamento das estufas constitui barreiras entre os trabalhadores e a radiação solar.

Após apurados e organizados, estão apresentados na Tabela 4 os principais parâmetros estatísticos calculados, onde para a condição de temperatura mais alta, os maiores valores de média (47,44 °C), desvio padrão (5,80 °C) e coeficiente de variação (12,23%) ocorreram para a temperatura de globo interna. Já os menores

valores de média (23,61 °C), desvio padrão (0,99 °C) e coeficiente de variação (4,20%), ocorreram para a temperatura de bulbo úmido natural externa.

Tabela 4 – Média ( $\bar{X}$ ), desvio padrão ( $S_x$ ), coeficiente de variação (CV), maior e menor valores das temperaturas (tg, tbs, tbn) e IBUTG para os respectivos tbs

	TBS ACIMA DE 30 °C			
	$\bar{X} \pm S_x$	CV [%]	Maior Valor	Menor Valor
<b>tg<sub>interna</sub> [°C]</b>	47,44 ± 5,80 a	12,23	55,60	40,80
<b>tg<sub>externa</sub> [°C]</b>	44,98 ± 5,43 a	12,07	53,70	37,60
<b>tbs<sub>interna</sub> [°C]</b>	34,43 ± 2,60 a	7,56	39,00	31,10
<b>tbs<sub>externa</sub> [°C]</b>	32,70 ± 1,79 a	5,49	36,40	30,60
<b>tbn<sub>interna</sub> [°C]</b>	25,51 ± 1,99 a	7,80	29,50	23,70
<b>tbn<sub>externa</sub> [°C]</b>	23,61 ± 0,99 b	4,20	26,10	22,80
<b>IBUTG<sub>interno</sub> [°C]</b>	32,09 ± 3,04 a	9,46	37,33	28,97
<b>IBUTG<sub>externo</sub> [°C]</b>	28,79 ± 1,86 b	6,46	32,65	26,54
	TBS ABAIXO DE 15 °C			
	$\bar{X} \pm S_x$	CV [%]	Maior Valor	Menor Valor
<b>tg<sub>interna</sub> [°C]</b>	15,48 ± 0,72 a	4,57	16,50	14,10
<b>tg<sub>externa</sub> [°C]</b>	14,20 ± 1,65 a	11,59	15,50	11,30
<b>tbs<sub>interna</sub> [°C]</b>	14,38 ± 0,95 a	6,63	14,90	12,60
<b>tbs<sub>externa</sub> [°C]</b>	13,87 ± 1,50 a	10,83	14,80	11,00
<b>tbn<sub>interna</sub> [°C]</b>	15,72 ± 0,47 a	3,00	16,30	14,90
<b>tbn<sub>externa</sub> [°C]</b>	14,78 ± 0,99 b	6,73	15,80	12,80
<b>IBUTG<sub>interno</sub> [°C]</b>	15,65 ± 0,47 a	3,00	16,36	15,05
<b>IBUTG<sub>externo</sub> [°C]</b>	14,57 ± 1,16 b	7,99	15,54	12,32

\*As médias dos pares de temperaturas internas e externas seguidas de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste “t”.

Por outro lado, para a condição de temperatura mais baixa, o maior valor médio ocorreu na temperatura de bulbo úmido natural interna (15,72 °C) e o menor na temperatura de bulbo seco externa (13,87 °C). Também nessa condição, os dados mais dispersos em relação à média foram obtidos na temperatura de globo externa, conforme explicitado na Tabela 4 pelo valor de desvio padrão de 1,65%. Em contrapartida, os conjuntos de amostras mais homogêneos se deram na temperatura

de bulbo úmido natural e IBUTG internos, de acordo com o coeficiente de variação de 3,00%.

Logo, os resultados explicitados na Tabela 4 indicaram que, para a condição de  $t_{bs} > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a radiação térmica, constatada pelo termômetro de globo, possuiu uma grande influência no resultado final da exposição ocupacional ao calor e que em contrapartida, mesmo dentro das casas de vegetação, as trocas térmicas foram propiciadas por meio da evaporação. Já para a condição de  $t_{bs} < 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , os maiores valores para a temperatura de bulbo úmido natural indicaram que o ambiente não propiciou a ocorrência de trocas térmicas entre o trabalhador e ambiente por meio da evaporação, fato que pode ser explicado pela alta umidade relativa do ar constatada nessa condição do experimento.

Constatou-se não haver diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os valores médios internos e externos para as temperaturas de globo e de bulbo seco em nenhuma das duas condições do experimento. No entanto, houve diferença significativa entre as médias internas e externas para a temperatura de bulbo úmido natural e para o IBUTG nas duas condições do experimento inicialmente estipuladas (Tabela 4).

Nesse contexto, as variações observadas entre o interior e o exterior das casas de vegetação podem ser explicadas pelo microclima formado internamente devido ao revestimento plástico, influenciando, dentre os diversos fatores, na temperatura e radiação solar, conforme apontado, por exemplo, por Beckmann *et al.* (2006), Chavarria *et al.* (2007), Chavarria *et al.* (2009), Comiran *et al.* (2012), Costa e Leal (2011) e Thipe *et al.* (2017).

Portanto, a partir dos resultados de IBUTG obtidos, destaca-se o indício de aumento do estresse térmico dos trabalhadores no interior das casas de vegetação. Ou seja, sobretudo para a condição de temperatura mais alta, os resultados apontam que as atividades realizadas no interior das casas de vegetação expõem os trabalhadores a maior estresse térmico do que as mesmas atividades realizadas à céu aberto. Constatações semelhantes foram encontradas por Pereira *et al.* (2019) em um experimento conduzido na Universidade Federal de Viçosa em casa de vegetação destinada ao cultivo de tomates, não climatizada.

#### 4.1.2 BRANCOS DE CAMPO

Em relação às amostras destinadas à branco de campo, não houve a constatação de cobre, dióxido de enxofre e particulados totais para nenhum dos produtores nas diferentes épocas de coleta (verão e inverno). No entanto, constatou-se a presença de cálcio em 95,83% das amostras.

Tal resultado pode ser explicado pela frequente presença de cálcio na água, já que, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006), o cálcio é um dos elementos citados como destaque dentre os compostos dissolvidos na água. A presença desse elemento na água pode ocorrer de forma natural, como por exemplo, pela dissolução de rochas calcárias ricas em cálcio e magnésio, ou antropogênica, devido ao lançamento de efluentes industriais, sendo capaz de tornar a água de elevada dureza e causar incrustações, sobretudo nos sistemas de distribuição.

Nas amostras destinadas à branco de campo, a concentração média de cálcio inalável no verão foi de 0,021 mg.m<sup>-3</sup>. Já no inverno, a concentração média foi de 0,071 mg.m<sup>-3</sup>. Nesse contexto, uma vez que se identificou a presença de cálcio nas amostras de branco de campo, os valores médios desse elemento por produtor em cada época de coleta foram subtraídos dos resultados encontrados nas avaliações respiratórias realizadas com a calda preparada por água e o produto 3. Dessa forma, os resultados apresentados refletiram apenas as concentrações referentes aos defensivos agrícolas.

#### 4.1.3 AGENTES QUÍMICOS (Cu, SO<sub>2</sub>, Ca, PT)

No que se refere ao produto 1 (defensivo agrícola 1), no qual a variável resposta foi o cobre (Cu), conforme demonstrado na Tabela 5, constatou-se concentrações inaláveis desse agente químico somente na condição de maior temperatura (tbs > 30 °C). Na condição de menor temperatura (tbs < 15 °C), não se detectou a presença desse elemento em nenhuma das amostras.

Já em relação ao produto 2 (defensivo agrícola 2), cuja variável resposta foi o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), o agente não foi detectado em nenhuma das amostras nas diferentes condições de temperatura (Tabela 5). Tal fato pode ser explicado pela baixa concentração desse composto na atmosfera durante a pulverização e pelo limiar de detecção do equipamento, que não abrangia concentrações abaixo de 0,1 ppm.

Tabela 5 – Média ( $\bar{X}$ ), desvio padrão ( $S_x$ ), coeficiente de variação (CV), maior e menor valores dos agentes químicos (cobre, dióxido de enxofre, cálcio e particulados totais) para os respectivos tbs

	TBS ACIMA DE 30 °C			
	$\bar{X} \pm S_x$	CV [%]	Maior Valor	Menor Valor
<b>Cobre [mg.m<sup>-3</sup>]</b>	0,0042 ± 0,0045	108,15	0,0098	0,0000
<b>Dióxido de enxofre [ppm]</b>	Não detectado	-	-	-
<b>Cálcio [mg.m<sup>-3</sup>]</b>	0,0646 ± 0,0249 a	38,53	0,0880	0,0260
<b>Particulados Totais [mg.m<sup>-3</sup>]</b>	0,2628 ± 0,2961	112,68	0,6320	0,0000
	TBS ABAIXO DE 15 °C			
	$\bar{X} \pm S_x$	CV [%]	Maior Valor	Menor Valor
<b>Cobre [mg.m<sup>-3</sup>]</b>	Não detectado	-	-	-
<b>Dióxido de enxofre [ppm]</b>	Não detectado	-	-	-
<b>Cálcio [mg.m<sup>-3</sup>]</b>	0,0114 ± 0,0116 b	102,41	0,0280	0,0000
<b>Particulados Totais [mg.m<sup>-3</sup>]</b>	Não detectado	-	-	-

\*As concentrações de cálcio seguidas de letras diferentes, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste “t”.

No que tange ao produto 3 (mistura dos defensivos agrícolas 1 e 2), para o qual as variáveis resposta foram cálcio (Ca) e particulados totais (PT), constatou-se, ao nível de 5% de probabilidade, que a concentração média de cálcio foi maior na condição de temperatura mais alta (tbs > 30 °C) (Tabela 5). Constatou-se ainda que, na condição de tbs > 30 °C, obtiveram-se os dados mais dispersos em relação à média, o conjunto de amostras mais homogêneo e o maior valor de concentração desse agente, conforme explicitado na Tabela 5, respectivamente, pelos valores de desvio padrão (0,0249 mg.m<sup>-3</sup>), coeficiente de variação (38,53%) e maior valor (0,0880 mg.m<sup>-3</sup>). Por outro lado, as menores concentrações de cálcio foram obtidas na condição de temperatura de tbs < 15 °C, para a qual 37,5% das amostras apresentaram concentrações nulas.

Ainda em relação ao produto 3, os particulados totais foram constatados somente na condição de maior temperatura (tbs > 30 °C). Na condição de menor temperatura (tbs < 15 °C), não se detectou particulados totais em nenhuma das amostras, vide Tabela 5.

Portanto, os resultados demonstraram que, além da possibilidade de exposição ocupacional dos aplicadores a cobre, cálcio e particulados oriundos dos defensivos

agrícolas durante os processos de preparo e aplicação da calda, também houve diferença significativa entre a concentração de agentes químicos inaláveis, ocorrendo nas temperaturas mais elevadas as maiores concentrações médias e os maiores valores amostrais desses agentes. Por consequência, constatou-se que os aplicadores estão expostos a concentrações de cobre, cálcio e particulados totais durante o preparo e a aplicação dos defensivos agrícolas nas temperaturas mais elevadas.

Outros autores também constataram dependência significativa da temperatura nas concentrações atmosféricas de defensivos agrícolas, bem como na dissipação dos produtos, sendo as dissipações mais rápidas nas condições de temperatura mais elevadas (a 30 °C) (BENTO *et al.*, 2016; SOFUOGLU, 2001). Além disso, Mao *et al.* (2019) ainda encontraram correlação positiva entre o aumento da temperatura e a toxicidade dos defensivos agrícolas testados.

Nesse contexto, os resultados obtidos no estudo corroboraram outros trabalhos, ainda que sem viés ocupacional, ao associar a variação da temperatura à variação quantitativa dos agentes químicos inaláveis. Bem como, a partir desses mesmos resultados é possível constatar que, em relação às condições de temperatura, o preparo e aplicação de defensivos agrícolas deve ser preferencialmente realizado sob condições mais amenas, de forma a minimizar a exposição ocupacional aos agentes químicos.

#### 4.1.4 CONSTATAÇÃO DE CONDIÇÕES INSALUBRES ENVOLVENDO EXPOSIÇÃO AOS AGENTES QUÍMICOS

Quanto aos agentes químicos, o Anexo nº 11 da NR-15 estabelece os agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância para absorção por vias respiratórias. Já o Anexo nº 13 dessa mesma norma, a relação de atividades e operações envolvendo agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada em função de inspeção no local do trabalho, ou seja, não considera limites de tolerância (BRASIL, 2019b).

Para os defensivos agrícolas avaliados, identificou-se no Anexo nº 11, limite de tolerância apenas para o dióxido de enxofre. Tal limite é de 4 ppm ou 10 mg.m<sup>-3</sup> e, se superado, caracteriza insalubridade de grau máximo (40%) (BRASIL, 2019b). No

entanto, conforme os resultados demonstrados na Tabela 5, as concentrações desse agente químico foram nulas para todas as amostras. Logo, no que tange a absorção por vias respiratórias, tendo como base o Anexo nº 11, não foram identificadas atividades e operações insalubres para nenhum dos agentes químicos avaliados.

Ainda em relação aos agentes químicos, a ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) que estabelece limites de exposição ocupacional para substâncias químicas, agentes físicos e índices de exposição biológicos, adotados internacionalmente e atualizados frequentemente, possui limites definidos para cobre e dióxido de enxofre. No que se refere aos limites TLV-TW, que são limites médios ponderados pelo tempo, tem-se que: Cu = 0,2 mg.m<sup>-3</sup> e SO<sub>2</sub> = 2 ppm (ACGIH, 2020).

Portanto, ponderando o valor médio obtidos na condição mais desfavorável de exposição, Cu = 0,0042 ± 0,0045 e SO<sub>2</sub> não detectado (Tabela 5), e os limites de exposição ocupacional mais atualizados e restritivos da ACGIH, os agentes químicos avaliados não superaram os limites estipulados. Logo, no que se refere à exposição por vias respiratórias, durante o preparo e aplicação dos defensivos agrícolas avaliados, não foram identificadas condições insalubres acima dos limites de tolerância definidos na NR-15 e na ACGIH.

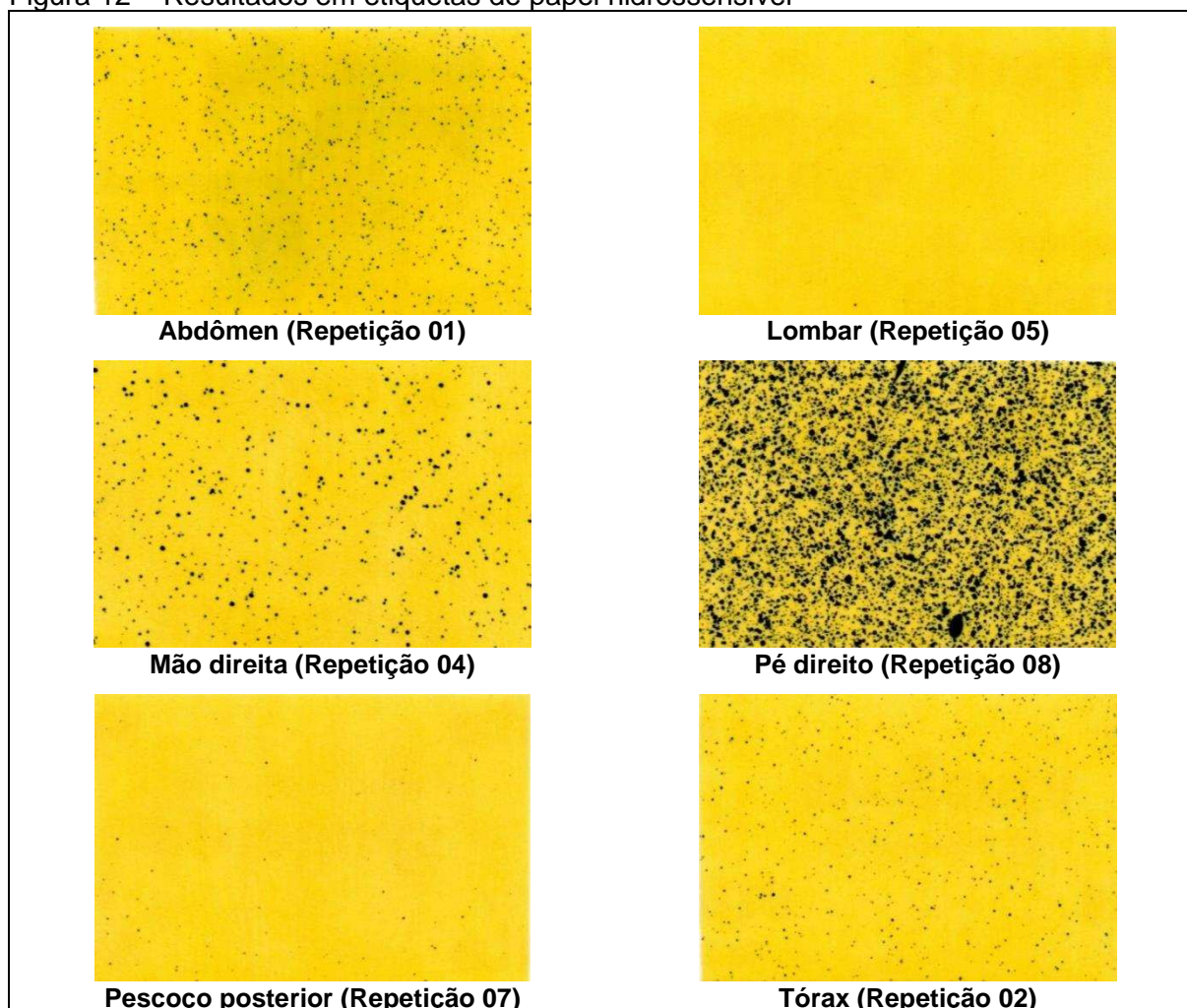
## **4.2 Avaliação da deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador**

### **4.2.1 DEPOSIÇÃO EM CONDIÇÕES NORMAIS DE APLICAÇÃO**

Após a condução do experimento de deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador, obteve-se 8 resultados para cada parte do corpo avaliada, totalizando 224 resultados coletados entre 30,3 °C e 32,0 °C em etiquetas de papel hidrossensível, conforme apresentado na Figura 12.

Por meio do software CIR 1.5 determinou-se para todas as amostras: a quantidade de gotas por cm<sup>2</sup> (QG), o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), o fator de dispersão (*Span*) e área de cobertura (Ac). Assim, na Tabela 6 estão representados os parâmetros mais expressivos dos resultados encontrados para aplicação de 4 L de calda e nas condições padronizadas de aplicação, ou seja, sem a presença de vento e sem a interferência de possíveis derramamentos de calda do pulverizador costal no operador.

Figura 12 – Resultados em etiquetas de papel hidrossensível



Fonte: A autora

Tabela 6 – Quantidade de gotas por  $\text{cm}^2$  média ( $\overline{QG}$ ), diâmetro da mediana volumétrica médio ( $\overline{DMV}$ ), fator de dispersão médio ( $\overline{Span}$ ), área de cobertura média ( $\overline{Ac}$ ), maior ( $Ac_{maior}$ ) e menor ( $Ac_{menor}$ ) valores das áreas de cobertura e coeficiente de variação da área de cobertura ( $CV_{Ac}$ ) para as partes do corpo avaliadas

Parte do corpo	$\overline{QG}$ [gotas. $\text{cm}^{-2}$ ]	$\overline{DMV}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$\overline{Span}$	$\overline{Ac}$ [%]	$Ac_{maior}$ [%]	$Ac_{menor}$ [%]	$CV_{Ac}$ [%]
Abdômen	442,5	83,27	1,16	6,30	10,9	3,1	48,41
Antebraço direito anterior	509,8	74,80	1,15	5,95	8,9	3,5	35,17
Antebraço direito posterior	35,0	55,79	1,26	0,20	0,4	0,0	84,52
Antebraço esquerdo anterior	242,0	72,67	1,21	2,65	5,5	0,6	72,42
Antebraço esquerdo posterior	25,3	53,29	1,16	0,14	0,3	0,0	79,68

Tabela 6 – Quantidade de gotas por cm<sup>2</sup> média ( $\overline{QG}$ ), diâmetro da mediana volumétrica médio ( $\overline{DMV}$ ), fator de dispersão médio ( $\overline{Span}$ ), área de cobertura média ( $\overline{Ac}$ ), maior ( $Ac_{maior}$ ) e menor ( $Ac_{menor}$ ) valores das áreas de cobertura e coeficiente de variação da área de cobertura ( $CV_{Ac}$ ) para as partes do corpo avaliadas (Continuação)

Parte do corpo	$\overline{QG}$	$\overline{DMV}$	$\overline{Span}$	$\overline{Ac}$	$Ac_{maior}$	$Ac_{menor}$	$CV_{Ac}$
	[gotas.cm <sup>-2</sup> ]	[ $\mu$ m]		[%]	[%]	[%]	[%]
Braço direito anterior	290,3	75,72	1,18	3,80	8,7	0,6	86,14
Braço direito posterior	21,8	61,09	1,24	0,13	0,3	0,0	93,20
Braço esquerdo anterior	105,8	73,54	1,12	1,13	1,6	0,8	32,49
Braço esquerdo posterior	112,3	72,54	1,23	1,10	1,5	0,3	46,10
Cabeça (ápice)	217,3	67,85	1,19	1,95	2,7	1,4	31,13
Coxa direita anterior	261,8	82,27	1,16	3,48	4,3	2,7	19,01
Coxa direita posterior	74,8	65,45	1,38	0,63	1,3	0,1	84,99
Coxa esquerda anterior	129,5	78,74	1,22	1,63	2,8	0,4	59,64
Coxa esquerda posterior	117,0	59,77	1,20	0,75	1,7	0,1	92,65
Lombar	77,8	57,39	1,24	0,53	1,4	0,1	105,19
Mão direita	289,8	76,68	1,19	3,53	7,2	1,4	70,19
Mão esquerda	98,5	69,27	1,24	0,80	1,3	0,5	41,19
Panturrilha direita	123,8	72,78	1,21	1,28	2,1	0,4	53,48
Panturrilha esquerda	103,0	67,34	1,27	0,83	1,1	0,5	32,79
Pé direito	1191,5	108,75	1,53	32,46	36,4	25,5	13,95
Pé esquerdo	1313,3	84,01	1,34	26,50	36,7	14,7	31,67
Pescoço posterior	87,5	59,83	1,19	0,62	1,3	0,3	67,45
Perna direita anterior	170,5	83,45	1,16	2,53	4,5	1,1	52,40
Perna esquerda anterior	123,3	78,41	1,23	1,88	5,3	0,3	110,73
Queixo	253,3	75,14	1,16	3,00	4,1	1,5	36,78
Região torácica posterior	157,5	66,22	1,14	1,73	4,2	0,0	105,48
Testa	205,3	70,11	1,10	2,18	3,3	1,6	32,67
Tórax	390,0	77,36	1,16	5,15	9,4	2,3	61,20

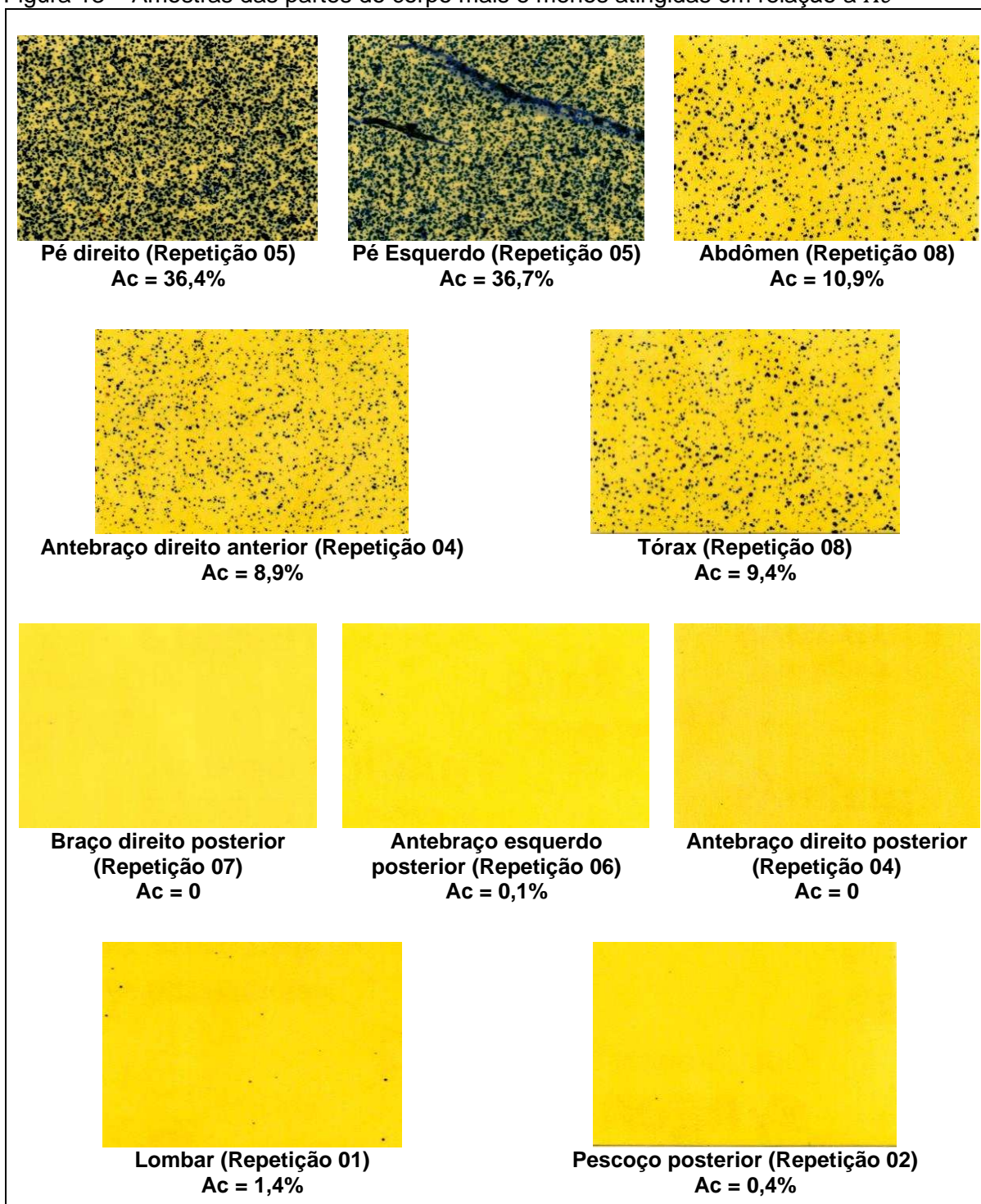
Por meio da análise da quantidade de gotas foi possível constatar que as partes do corpo atingidas pela maior  $\overline{QG}$  foram os pés, esquerdo (1313,3 gotas.cm<sup>-2</sup>) e direito (1191,5 gotas.cm<sup>-2</sup>), seguidos do antebraço direito anterior (509,8 gotas.cm<sup>-2</sup>), abdômen (442,5 gotas.cm<sup>-2</sup>) e tórax (390,0 gotas.cm<sup>-2</sup>). Em contrapartida, as partes do corpo menos atingidas em quantidade de gotas foram respectivamente: braço direito posterior (21,8 gotas.cm<sup>-2</sup>), antebraço esquerdo posterior (25,3 gotas.cm<sup>-2</sup>), antebraço direito posterior (35,0 gotas.cm<sup>-2</sup>), coxa direita posterior (74,8 gotas.cm<sup>-2</sup>) e lombar (77,8 gotas.cm<sup>-2</sup>), conforme Tabela 6.

Quanto ao  $\overline{DMV}$  (Tabela 6), obteve-se o maior índice no pé direito (108,75 µm) e o menor no antebraço esquerdo posterior (53,29 µm). No entanto, destaca-se que 94,64% do total de 224 DMV obtidos, foram abaixo de 100 µm, ou seja, as gotas que atingiram os trabalhadores foram em sua grande maioria classificadas como “muito finas”, de acordo com o CIR 1.5, cuja classificação é baseada na norma ASAE S572.

Em relação ao  $\overline{Span}$ , que segundo Baesso *et al.* (2014) caracteriza a variação/homogeneidade do tamanho das gotas, conforme apresentado na Tabela 6, obteve-se o grupo de gotas mais homogêneas na testa ( $\overline{Span} = 1,1$ ) e o grupo menos homogêneo no pé direito ( $\overline{Span} = 1,53$ ). Contudo, considerando que todos os *Span* das amostras variaram entre 1,0 e 1,9, estando assim, muito próximos de 1, constatou-se que as gotas que chegam aos aplicadores durante a aplicação dos defensivos foram consideravelmente homogêneas.

No que tange a área de cobertura, ou seja, o percentual de área atingida pela calda, constatou-se que, em média, as cinco partes do corpo mais afetadas foram: 1º) Pé direito - 32,46%, 2º) Pé esquerdo - 26,50%, 3º) Abdômen - 6,30%, 4º) Antebraço direito anterior - 5,95% e 5º) Tórax - 5,15%. Por outro lado, as cinco partes menos atingidas foram: 28º) Braço direito posterior - 0,13%, 27º) Antebraço esquerdo posterior - 0,14%, 26º) Antebraço direito posterior - 0,20%, 25º) Lombar - 0,53% e 24º) Pescoço posterior - 0,62%. Na Tabela 6 e nas Figuras 13 e 14 estão demonstrados esses resultados.

Figura 13 – Amostras das partes do corpo mais e menos atingidas em relação a  $\bar{Ac}$

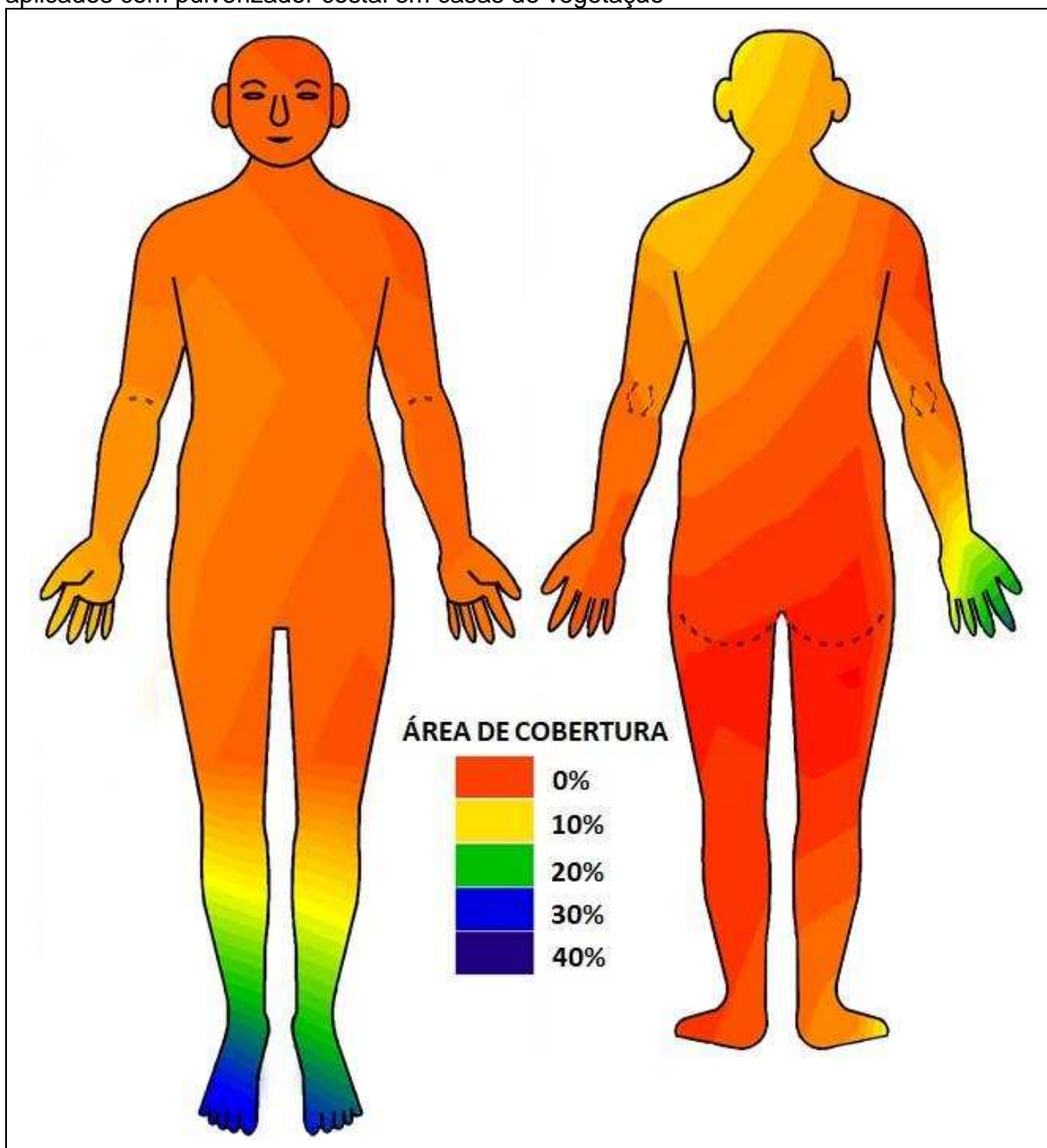


Fonte: A autora

Ainda de acordo com a Tabela 6, dos 224 resultados de área de cobertura, o maior valor obtido foi de 36,7% (pé esquerdo) e o menor valor foi zero (antebraço direito e esquerdo posteriores, braço direito posterior e na região torácica posterior). De acordo com o coeficiente de variação da área de cobertura, obteve-se o conjunto

de amostras mais homogêneo no pé direito (13,95%) e o conjunto de amostras mais disperso na perna esquerda anterior (110,73%).

Figura 14 – Distribuição da área de cobertura de defensivos agrícolas sobre o aplicador aplicados com pulverizador costal em casas de vegetação



Fonte: A autora

Nesse contexto, observou-se que as cinco partes do corpo mais atingidas foram frontais (anteriores) e em contrapartida, as cinco partes menos atingidas foram posteriores. Tal fato pode ser explicado pelas partes frontais estarem mais próximas do bico de pulverização e, portanto, mais susceptíveis aos impactos das gotas.

Deste modo, foi possível constatar que a aplicação de defensivos agrícolas em casas de vegetação com pulverizador costal manual propiciou a deposição de calda nas 28 partes do corpo avaliadas. Logo, os resultados desse estudo demonstraram que a aplicação de defensivos agrícolas, por meio da utilização de pulverizador costal manual, demanda a utilização de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) capazes de neutralizar a exposição à agentes químicos para todas as partes do corpo dos aplicadores, de forma a promover a adequada segurança ocupacional.

Corroborando a contaminação de partes do corpo e a necessidade de proteção adequada dos trabalhadores, Baldi *et al.* (2014), destacaram que o contato físico com ramos, folhas, frutas ou legumes em culturas previamente tratadas é responsável pela transferência de defensivos agrícolas para a pele do trabalhador em diversas tarefas agrícolas. Assim, em pesquisa realizada por esses autores numa região de vinhedos em Bordeaux, na França, com a coleta de amostras diretamente sobre a pele, embaixo das roupas regulares e EPIs, constatou-se que nas atividades de reentrada em vinhas com aplicação prévia de defensivos agrícolas foram observados os níveis mais altos de contaminação dérmica sobre os antebraços, braços e coxas. Durante a colheita, os antebraços foram os membros mais contaminados. Além disso, os pesquisadores também observaram que a maior contaminação foi observada quando a temperatura máxima aumentou.

Em contrapartida, um estudo envolvendo possíveis efeitos genotóxicos em floricultores no sul do Brasil, demonstrou que o uso de EPI completo, incluindo macacão, luvas, botas, máscara, óculos de proteção e proteção da cabeça, foi relatado por 45,9% dos trabalhadores e apenas no momento da aplicação de defensivos agrícolas. Além disso, apontou-se que os floricultores estavam expostos a misturas de defensivos com potencial genotóxico, ou seja, com capacidade de ação sobre o DNA (WILHELM *et al.*, 2015).

#### 4.2.2 DEPOSIÇÃO EM CONDIÇÕES DE VENTO E VAZAMENTO

Ao longo da condução do experimento de deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador, apesar de terem sido padronizadas inicialmente as condições de coleta de dados, quatro repetições precisaram ser refeitas devido a interferências não planejadas envolvendo a presença de ventos de até  $0,9 \text{ m.s}^{-1}$  no interior das casas de vegetação e vazamentos de calda do pulverizador costal no operador. Assim, apesar

dessas amostras sob condições adversas não terem sido consideradas nos resultados de deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador demonstrados anteriormente, cabe destacar o impacto dessas condições observadas em campo sobre a deposição nos aplicadores.

Nesse contexto, em relação à incidência de vento no interior das casas de vegetação durante a etapa de aplicação de defensivos agrícolas do experimento, tendo como base os resultados demonstrados na Tabela 7, constatou-se ao nível de 5% de probabilidade que 23 das 28 partes do corpo humano avaliadas tiveram os parâmetros aumentados de forma significativa em relação aos experimentos conduzidos sem a presença de vento. Nesse sentido, a  $\overline{QG}$  foi estatisticamente maior em 13 das 28 partes do corpo avaliadas, sendo as partes mais atingidas nessa condição os pés, direito (1348,0 gotas.cm<sup>-2</sup>) e esquerdo (1121,0 gotas.cm<sup>-2</sup>), seguidos do antebraço direito anterior (554,5 gotas.cm<sup>-2</sup>), perna direita anterior (529,0 gotas.cm<sup>-2</sup>) e mão direita (512,0 gotas.cm<sup>-2</sup>).

No que se refere ao  $\overline{DMV}$  (Tabela 7), em 22 partes do corpo houve o aumento estatisticamente significativo desse parâmetro, sendo o maior  $\overline{DMV}$  obtido na mão esquerda (158,56  $\mu\text{m}$ ) e o menor, assim como na condição sem vento, no antebraço esquerdo posterior (48,22  $\mu\text{m}$ ). Ademais, na presença de vento, apenas 49% das amostras apresentaram DMV abaixo de 100  $\mu\text{m}$ , sendo essas classificadas como “muito finas” e as demais (51%) como “finas”. Ou seja, quando comparado à condição de aplicação sem vento, onde o percentual de amostras classificadas como “muito finas” foi de 94,64%, houve o aumento do tamanho das gotas que atingiram os aplicadores na presença de vento, conforme demonstrado também na Figura 15.

Quanto ao  $\overline{Span}$ , conforme apresentado na Tabela 7, 17 partes do corpo tiveram tal parâmetro maior nessa condição adversa, indicando que a presença de vento também reduziu a homogeneidade das gotas que atingiram os aplicadores. Nessas condições, obteve-se o grupo de gotas mais homogêneas no antebraço esquerdo posterior ( $\overline{Span} = 1,1$ ) e o grupo menos homogêneo na mão esquerda ( $\overline{Span} = 2,51$ ).

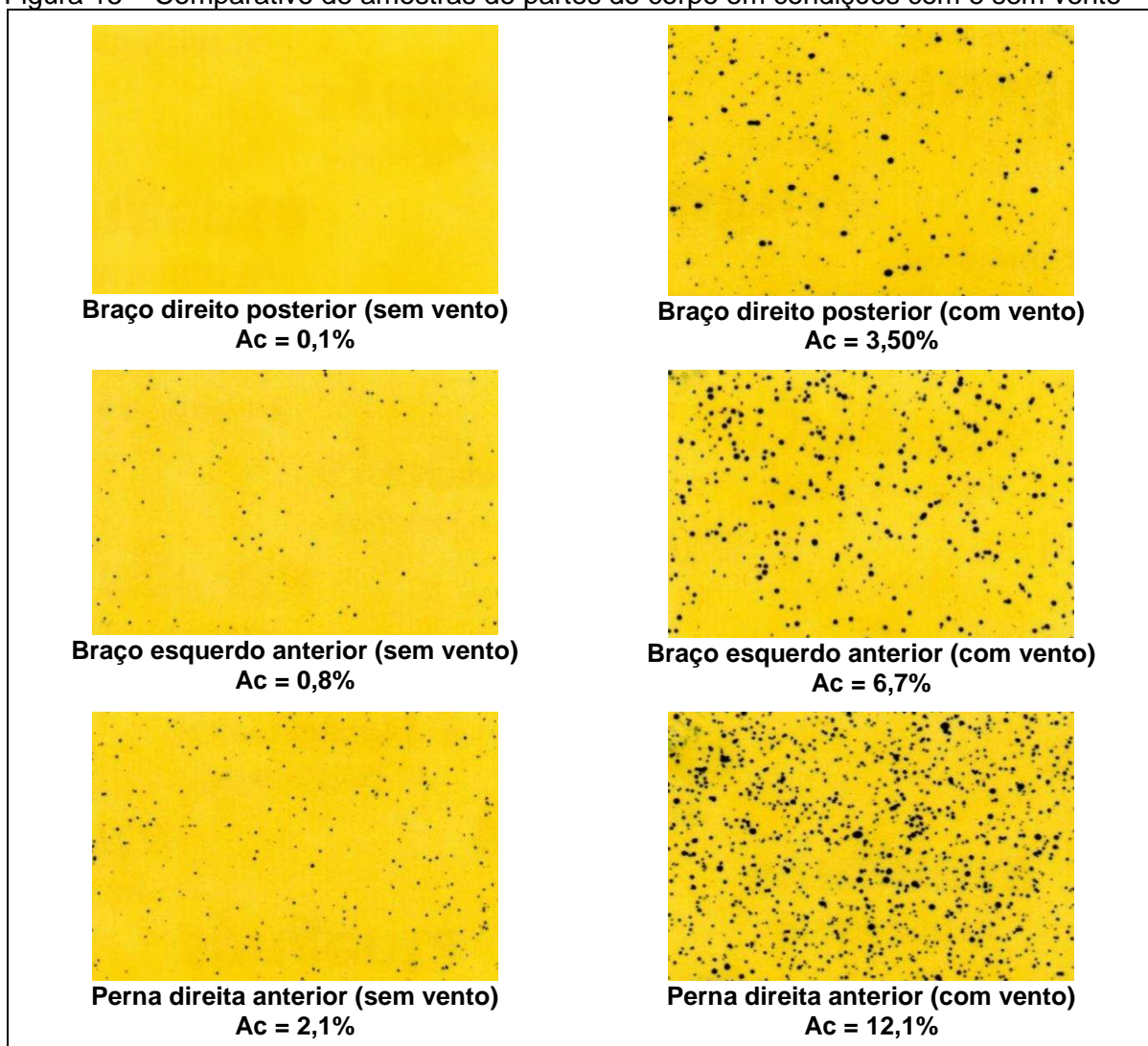
Tabela 7 – Quantidade de gotas por  $\text{cm}^2$  média ( $\overline{QG}$ ), diâmetro da mediana volumétrica médio ( $\overline{DMV}$ ), fator de dispersão médio ( $\overline{Span}$ ), área de cobertura média ( $\overline{Ac}$ ) e resultado do Teste “t” unilateral ( $P < 0,05$ ) sob a incidência de vento para as partes do corpo avaliadas

Parte do corpo	$\overline{QG}$ [gotas. $\text{cm}^{-2}$ ]	$\overline{DMV}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$\overline{Span}$	$\overline{Ac}$ [%]	Parâmetros aumentados pela incidência de vento ( $P < 0,05$ )
Abdômen	349,0	125,66	1,36	11,70	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Antebraço direito anterior	554,5	129,30	1,38	16,15	$\overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Antebraço direito posterior	34,0	84,11	1,83	0,30	$\overline{DMV}, \overline{Span}$
Antebraço esquerdo anterior	253,0	128,44	1,66	5,65	$\overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Antebraço esquerdo posterior	14,5	48,22	1,10	0,10	X
Braço direito anterior	406,0	123,54	1,24	11,65	$\overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Braço direito posterior	173,0	81,98	1,42	2,20	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Braço esquerdo anterior	281,0	89,62	1,29	6,0	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Braço esquerdo posterior	165,5	104,17	1,35	3,45	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Ac}$
Cabeça (ápice)	335,0	98,94	1,24	4,05	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Ac}$
Coxa direita anterior	153,0	141,00	1,94	5,90	$\overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Coxa direita posterior	71,0	55,48	1,22	0,45	X
Coxa esquerda anterior	119,0	149,86	2,02	2,70	$\overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Coxa esquerda posterior	33,5	56,00	1,17	0,25	X
Lombar	58,00	68,92	1,37	0,45	X
Mão direita	512,0	128,19	1,51	13,00	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Mão esquerda	110,0	158,56	2,51	1,20	$\overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Panturrilha direita	103,0	68,3	1,21	0,95	X
Panturrilha esquerda	317,5	70,01	1,30	2,60	$\overline{QG}, \overline{Ac}$
Pé direito	1348,0	123,42	1,71	36,4	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Pé esquerdo	1121,0	111,50	1,54	28,32	$\overline{DMV}, \overline{Span}$
Pescoço posterior	129,0	91,78	1,28	2,50	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$

Tabela 7 – Quantidade de gotas por  $\text{cm}^2$  média ( $\overline{QG}$ ), diâmetro da mediana volumétrica médio ( $\overline{DMV}$ ), fator de dispersão médio ( $\overline{Span}$ ), área de cobertura média ( $\overline{Ac}$ ) e resultado do Teste “t” unilateral ( $P < 0,05$ ) sob a incidência de vento para as partes do corpo avaliadas (continuação)

Parte do corpo	$\overline{QG}$ [gotas. $\text{cm}^{-2}$ ]	$\overline{DMV}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$\overline{Span}$	$\overline{Ac}$ [%]	Parâmetros aumentados pela incidência de vento ( $P < 0,05$ )
Perna direita anterior	529,0	100,89	1,16	11,10	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Ac}$
Perna esquerda anterior	344,0	103,27	1,29	5,85	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Ac}$
Queixo	414,0	118,18	1,26	11,15	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Região torácica posterior	246,0	82,45	1,23	3,50	$\overline{DMV}, \overline{Ac}$
Testa	311,0	111,13	1,39	6,9	$\overline{QG}, \overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$
Tórax	348,0	118,35	1,29	11,40	$\overline{DMV}, \overline{Span}, \overline{Ac}$

Figura 15 – Comparativo de amostras de partes do corpo em condições com e sem vento



Fonte: A autora

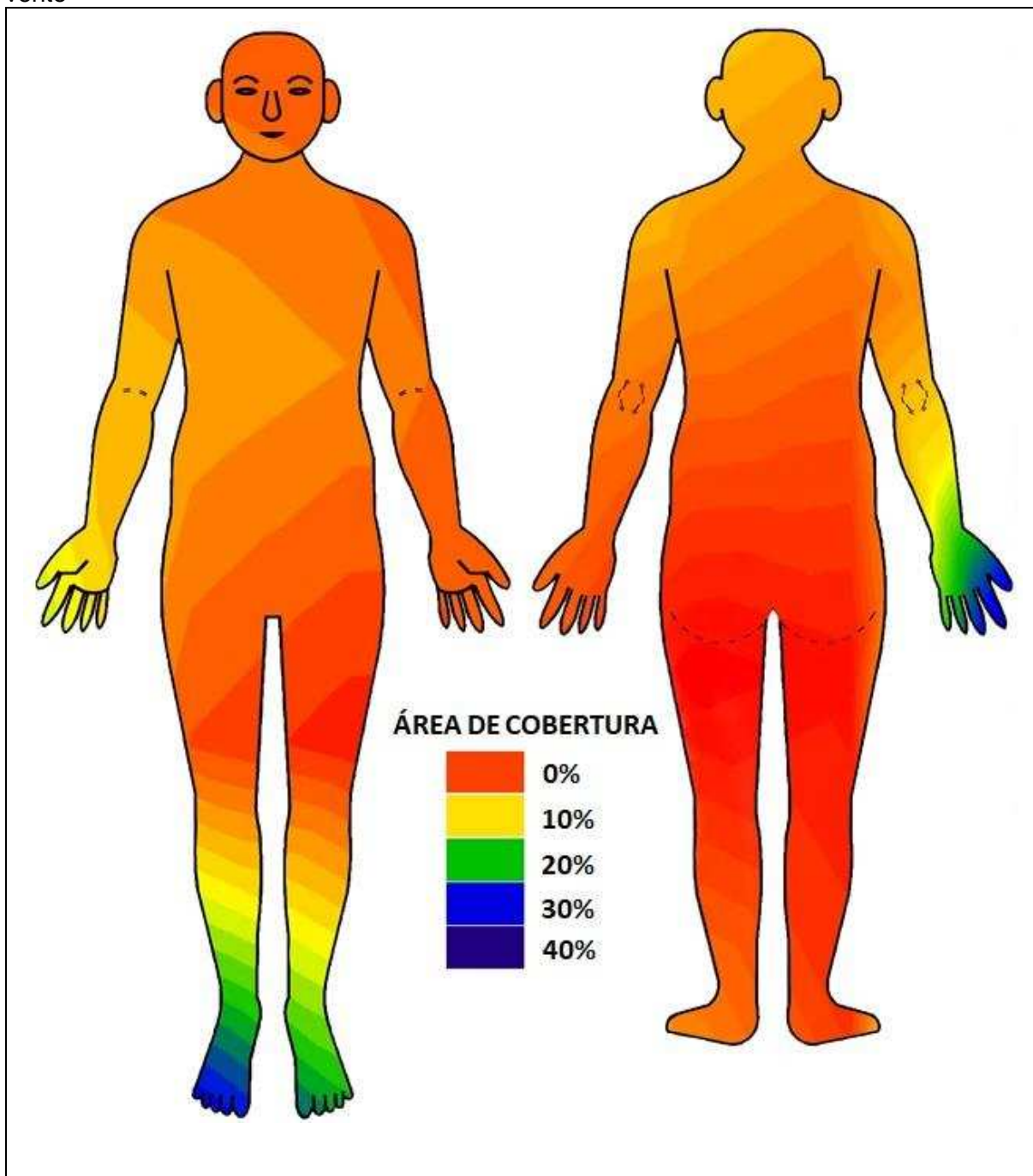
Para a área de cobertura média, constatou-se que em 21 partes do corpo houve o aumento estatisticamente significativo desse parâmetro nas condições de incidência de vento, sendo as maiores variações, comparada às condições sem vento, observadas no braço direito posterior (1592,3%), no braço esquerdo anterior (431,0%) e na perna direita anterior (338,74%). Ainda em relação a  $\overline{Ac}$ , sob a presença de vento no momento da aplicação constatou-se que as cinco partes do corpo mais afetadas foram: 1º) Pé direito – 36,4%, 2º) Pé esquerdo – 28,32%, 3º) Antebraço direito anterior – 16,15%, 4º) Mão direita – 13,0% e 5º) Abdômen – 11,7%. Na Tabela 7 e nas Figuras 15 e 16 estão demonstrados esses resultados.

Com base nos resultados da Tabela 7, constatou-se que também sob condições de vento as 5 partes do corpo mais atingidas foram frontais (anteriores) e as 5 partes menos atingidas foram posteriores: antebraço esquerdo posterior (0,1%), coxa esquerda posterior (0,25%), antebraço direito posterior (0,3%), coxa direita posterior (0,45%) e lombar (0,45%).

Em relação a ocorrência de vazamentos de calda do pulverizador costal nos operadores, em duas repetições do experimento observou-se tal acontecimento. A primeira ocorrência se deu na conexão da alavanca de acionamento com o tanque do pulverizador (Figura 17). Já a outra, pela própria tampa do tanque do equipamento.

No primeiro caso, as partes do corpo mais atingidas pela calda oriunda do vazamento foram a panturrilha esquerda e a coxa esquerda posterior, conforme demonstrado na Figura 18 pelas etiquetas hidrossensíveis coletadas nesses locais com área de cobertura de 23,2% e 8,1% respectivamente. Em contrapartida, no segundo caso, as partes mais atingidas foram a panturrilha esquerda ( $Ac = 47,5\%$ ) e a região torácica posterior ( $Ac = 1,6\%$ ), vide Figura 19.

Figura 16 – Distribuição da área de cobertura de defensivos agrícolas sobre o aplicador aplicados com pulverizador costal em casas de vegetação em condições de incidência de vento



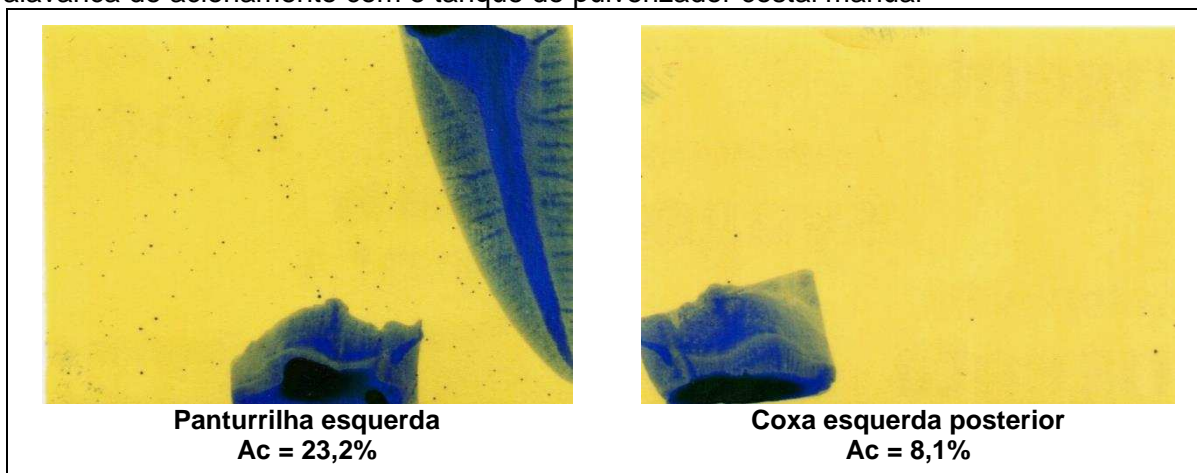
Fonte: A autora

Figura 17 – Derramamento de calda na conexão da alavanca de acionamento com o tanque do pulverizador



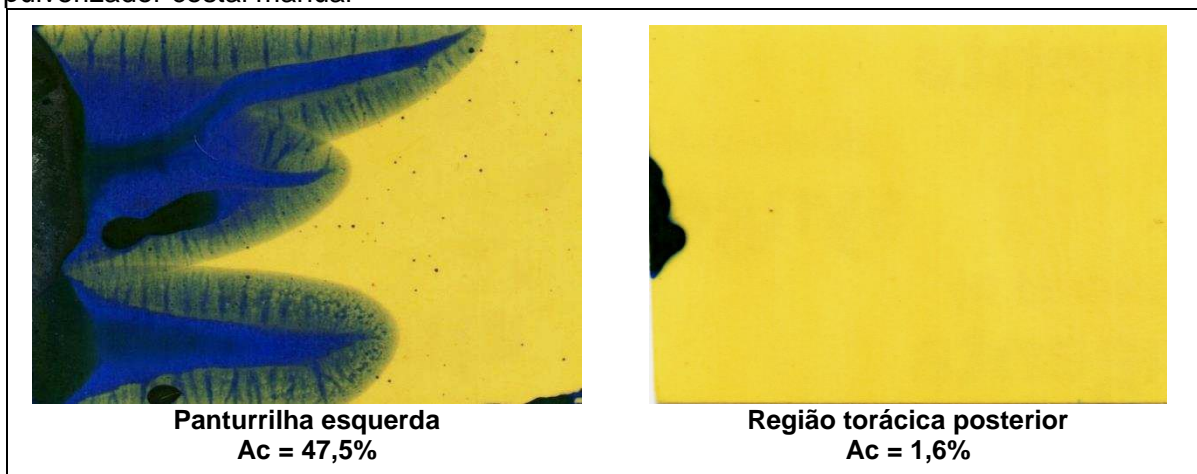
Fonte: A autora

Figura 18 – Etiquetas hidrossensíveis afetadas pelo vazamento de calda na conexão da alavanca de acionamento com o tanque do pulverizador costal manual



Fonte: A autora

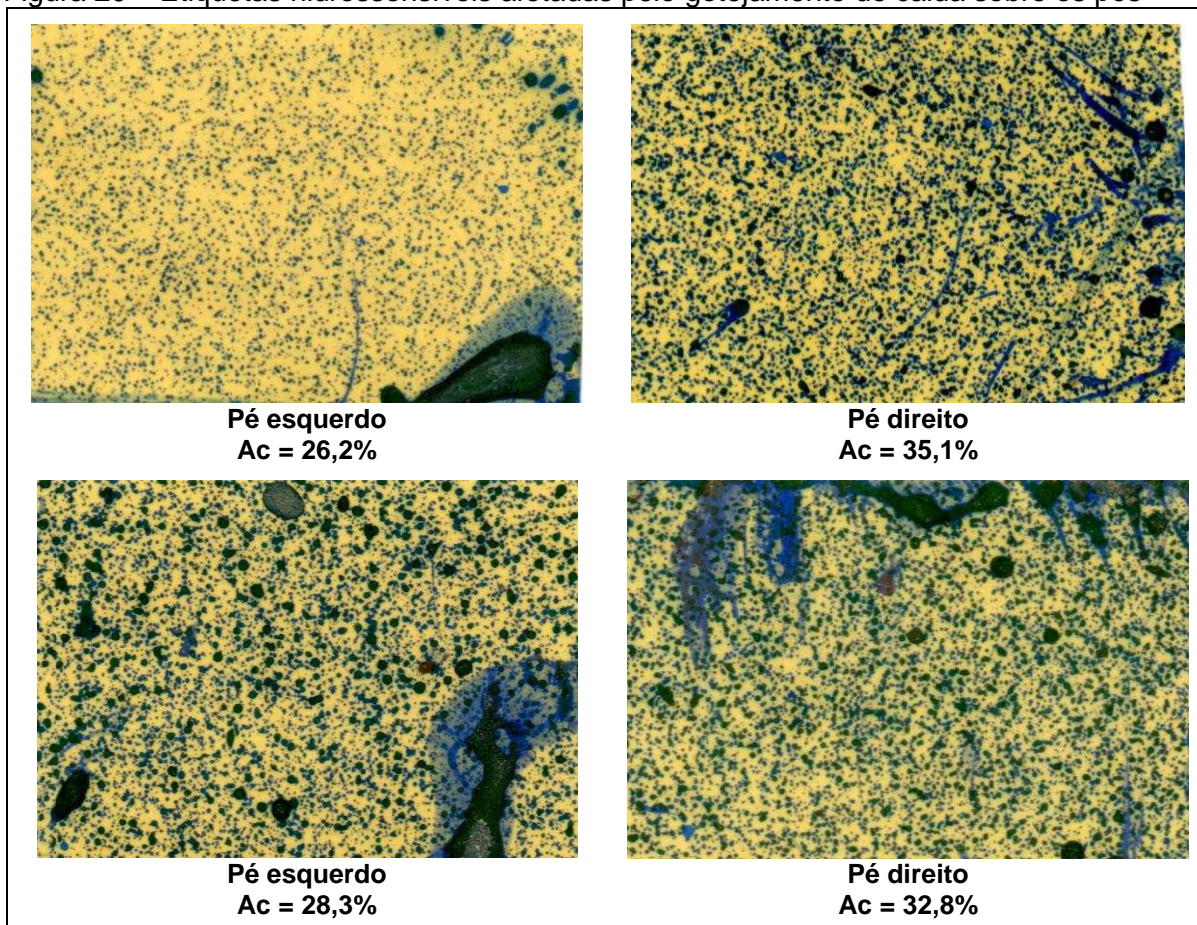
Figura 19 – Etiquetas hidrossensíveis afetadas pelo vazamento de calda pela tampa do pulverizador costal manual



Fonte: A autora

Também se observou que alguns aplicadores ao pausarem a aplicação permitiram o gotejamento de calda sobre os pés ao acidentalmente baixarem a haste de aplicação em direção a eles, conforme demonstrado na Figura 20 pelas etiquetas hidrossensíveis coletadas nesses locais com suas respectivas áreas de cobertura.

Figura 20 – Etiquetas hidrossensíveis afetadas pelo gotejamento de calda sobre os pés



Fonte: A autora

Assim, a ocorrência de vazamentos e gotejamentos acidentais demonstram que, além da necessidade de observância contínua de funcionamento e manutenção dos equipamentos de aplicação de defensivos agrícolas, deve-se promover a conscientização a respeito do fornecimento e utilização de EPIs adequadamente impermeáveis, capazes de proteger os operadores em condições de vazamentos e gotejamento acidental de calda.

#### 4.2.3 INSALUBRIDADE E DEPOSIÇÃO SOBRE O APLICADOR

Cabe destacar que, em relação à insalubridade, a Norma Regulamentadora nº 15 da Secretaria Especial de Previdência e Trabalho, não estabelece limites de tolerância para a deposição de agentes químicos sobre a pele, não sendo, portanto, definidos também graus e percentuais de adicionais de insalubridade nesse sentido. Os limites de tolerância que constam no Anexo nº 11 da NR-15 são válidos apenas para absorção por vias respiratórias. Por outro lado, esse mesmo anexo indica alguns agentes químicos que podem ser absorvidos por via cutânea e, portanto, carecem de EPIs adequados para esse fim. Contudo, nenhum dos agentes químicos avaliados são indicados nessa legislação com potencial de absorção cutânea (BRASIL, 2019b).

No entanto, o fato de não haver adicional de insalubridade regulamentado para deposição sobre a pele e de muitos agentes químicos não estarem indicados com potencial de absorção por via cutânea, não exime os trabalhadores de possíveis efeitos danosos envolvendo a exposição aos defensivos agrícolas. Pois além do Anexo nº 11 possuir limites de tolerância e agentes químicos desatualizados em relação aos limites internacionalmente utilizados, trata-se de uma regulamentação para fins de pagamento de adicional de insalubridade. Assim, não abrange os efeitos danosos dos agentes químicos e não desobriga que medidas de controle sejam implantadas para a preservação da saúde dos trabalhadores.

Ressalta-se ainda, que as próprias FISPQs (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos) dos defensivos agrícolas avaliados abrangem frases de perigo que mencionam nocividade em relação à exposição sem medidas de controle adequada, tais como: “Nocivo se ingerido”, “Provoca irritação moderada a pele”, “Provoca irritação ocular”, “Pode provocar lesões alérgicas na pele” (CITROMAX, 2019).

Corroborando as explicações, Moraes (2010) citou que 80% dos casos de dermatoses ocupacionais são causadas por agente químicos presentes nos locais de trabalho, estando os inseticidas entre os agentes causadores de dermatites alérgicas de contato. Prüss-Üstün *et al.* (2016), em publicação da Organização Mundial de Saúde, também relataram que algumas ocupações estão em maior risco de doenças de pele, como por exemplo, os trabalhadores que frequentemente manuseiam líquidos e substâncias químicas. Sharma *et al.* (2018) em pesquisa recente envolvendo dermatite de contato em trabalhadores agrícolas na Índia, também encontraram correlação entre as dermatites e a exposição a defensivos agrícolas utilizados em cultivos regionais.

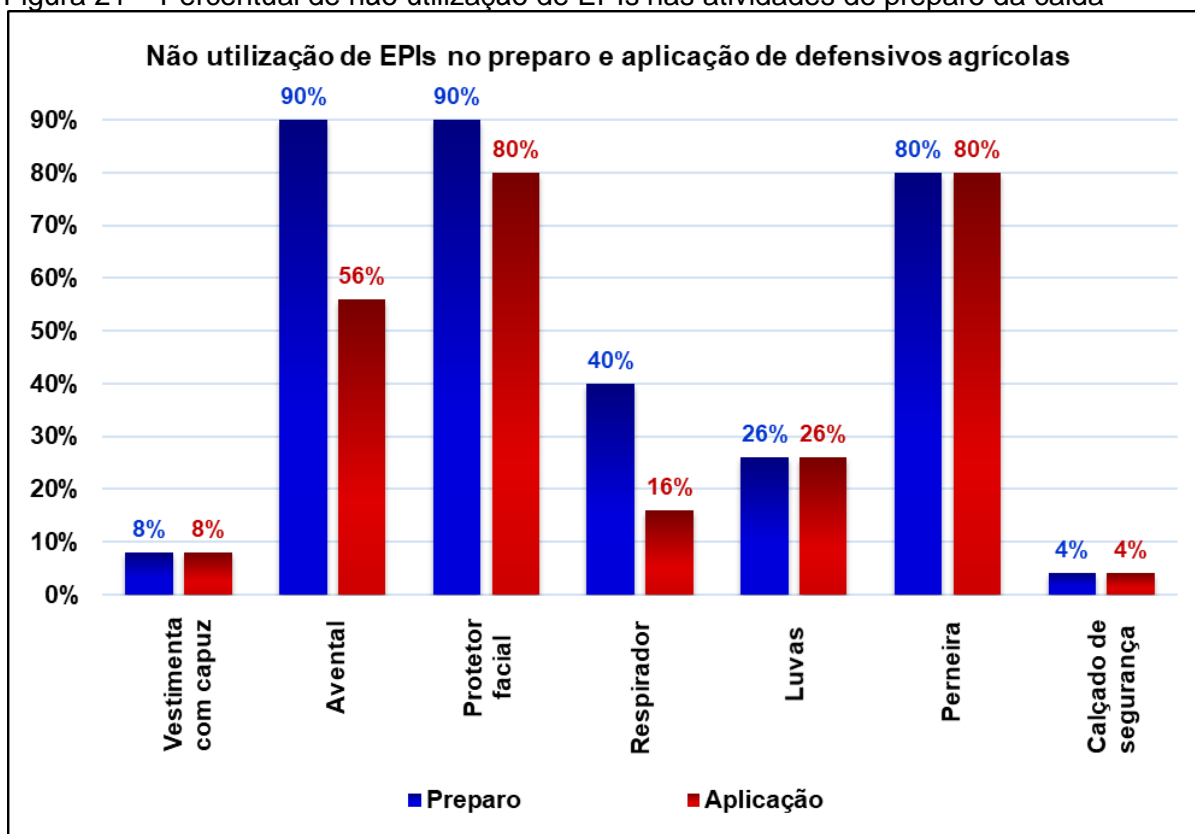
Portanto, uma vez constatado que os defensivos agrícolas têm grande potencial de deposição no corpo humano durante o preparo e aplicação da calda, a adoção de medidas de controle que visem a neutralização do contato dos produtos com os trabalhadores é de fundamental importância para preservação da saúde humana.

### **4.3 Constatação de falhas nos EPIs utilizados**

A partir das observações realizadas em campo referentes a atividade de preparo da calda, constatou-se que em 100% delas, um ou mais EPIs essenciais à proteção respiratória ou à proteção contra respingos e derramamentos acidentais não foi utilizado. Conforme demonstrado na Figura 21, a não utilização de protetor facial e de avental para proteção contra agentes químicos foram as falhas mais recorrentes (90% dos casos) nessa etapa. Registrou-se ainda, que as perneiras não foram utilizadas em 80% das atividades de preparo da calda realizadas em área com vegetação alta, seguidas da não utilização de respiradores (40%) e de luvas (26%).

Cabe ressaltar que no momento do manuseio de defensivos agrícolas para o preparo da calda, os agentes químicos encontram-se na maior concentração, por ainda não terem sido diluídos. Por isso, a adequada proteção das vias respiratórias e da pele são de fundamental importância para a segurança dos trabalhadores, sobretudo quando esses não possuem qualquer acompanhamento de profissionais de saúde e segurança do trabalho que possam analisar as vias de contaminação pela exposição à cada um dos diversos produtos utilizados.

Figura 21 – Percentual de não utilização de EPIs nas atividades de preparo da calda



Fonte: A autora

Por outro lado, em 92% das atividades de preparo da calda observadas, os trabalhadores utilizaram vestimentas de corpo inteiro contendo capuz e pernas impermeáveis, bem como houve 96% de utilização de calçados de segurança, conforme demonstrado na Figura 21.

Nas atividades de aplicação dos defensivos agrícolas, também se constatou que em 100% delas, pelo menos um dos EPIs não foi utilizado. Nessa etapa, conforme demonstrado na Figura 21, a não utilização de protetor facial e perneira foram as falhas mais recorrentes (80% dos casos), seguidas da não utilização de avental (56%), luvas (26%) e respiradores (16%).

No entanto, também nessa etapa, em 92% das aplicações observadas, os trabalhadores utilizaram vestimentas de corpo inteiro contendo pernas impermeáveis e capuz, bem como houve 96% de utilização de calçados de segurança, vide Figura 21.

Cabe destacar que as variações apresentadas na Figura 21 entre os percentuais de utilização de EPIs nas duas etapas avaliadas, se deve ao fato de que alguns trabalhadores não utilizaram determinados equipamentos de proteção durante

o preparo da calda, mas os colocaram previamente às aplicações. Tal ocorrência pôde ser observada em relação aos aventais, protetores faciais e respiradores.

Corroborando tais resultados acerca de falhas na utilização de EPIs durante o preparo e aplicação de defensivos agrícolas, pesquisas realizadas por Cargnin *et al.* (2017), Veiga *et al.* (2016), Wilhelm *et al.* (2015), Araújo *et al.* (2007) e Schmidt e Godinho (2006) também detectaram diversos problemas relacionados ao fornecimento e utilização dos equipamentos entre os trabalhadores rurais nessas atividades.

Cargnin *et al.* (2017) por exemplo, citaram que os 81,5% dos aplicadores relataram a utilização de macacão e luva, 80,2% a máscara, 23,5% a viseira (protetor facial) e 4,9% capa/avental. Já Wilhelm *et al.* (2015) constataram que somente 45,9% dos trabalhadores relataram utilizar EPIS e apenas no momento da aplicação dos defensivos. Por fim, Araújo *et al.* (2007) identificaram que 95% dos trabalhadores agrícolas abrangidos na pesquisa relataram haver contato dos defensivos agrícolas com a pele e 69,6% relatam não utilizar regularmente os EPIs.

Comparando-se os resultados encontrados no presente estudo aos resultados apontados pelos autores supracitados, percebe-se que, apesar das diferentes metodologias de pesquisa utilizadas pelos autores, a constatação de não utilização adequada dos EPIs é um fator comum a todos os estudos.

Nesse contexto, além dos resultados apontados demonstrarem falhas na utilização dos equipamentos de proteção individual pelos aplicadores durante o preparo e aplicação de defensivos agrícolas nas casas de vegetação, cabe destacar ainda algumas constatações relevantes que vão além da não utilização dos EPIs, mas que perpassam falhas envolvendo: incompatibilidade com o risco, condições de higiene e conservação inadequadas, compartilhamento entre os trabalhadores, dentre outras.

No que se refere às vestimentas, verificou-se que o grupo de trabalhadores observados no estudo utilizavam o mesmo padrão de conjunto, composto por: camisa manga longa com capuz integrado e ajuste facial, calça com proteção impermeável abaixo do joelho e etiqueta de controle de lavagens na parte frontal (Figura 22). No entanto, apesar de ser recomendado, inclusive pelo fabricante (PROTSPRAY, 2020), a lavagem diária das vestimentas após o uso, constatou-se que em 86% das observações as vestimentas foram retiradas e guardadas sem lavagem. Contatou-se ainda, que apesar de possuírem a etiqueta de controle de lavagens, 100% dos

conjuntos não possuíam qualquer demarcação, indicando que as vestimentas nunca foram lavadas ou que tal controle não foi realizado, conforme demonstrado na Figura 23.

Figura 22 – Vestimentas utilizadas no preparo e aplicação de defensivos agrícolas com pulverizador costal nas casas de vegetação



Fonte: A autora

Figura 23 – Etiqueta de controle de lavagens da vestimenta sem demarcações



Fonte: A autora

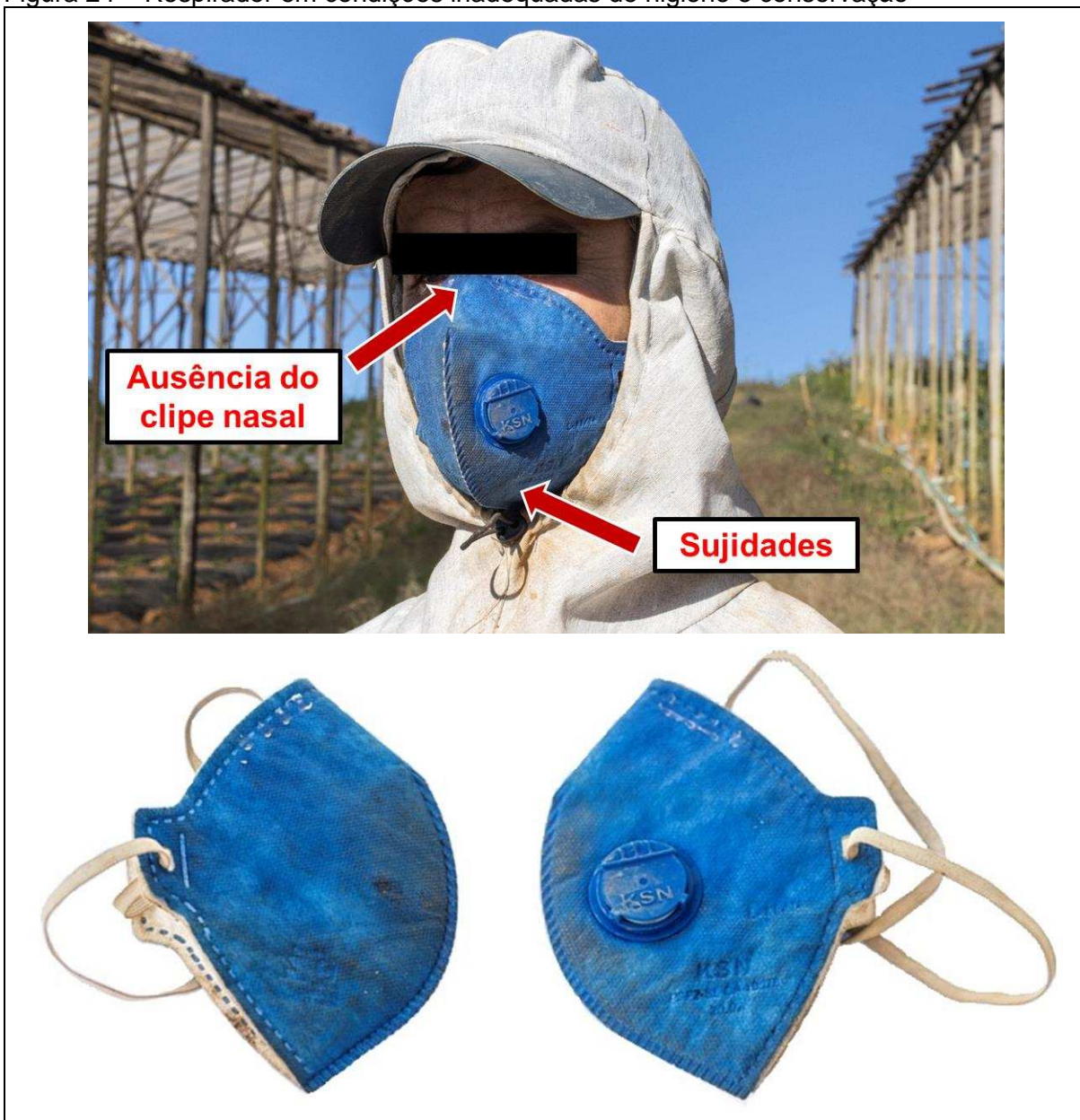
Ainda sobre as vestimentas, alguns aplicadores voluntariamente relataram não realizar a lavagem para aumentar a durabilidade, e que utilizavam o conjunto por tempo indeterminado até rasgar ou até observarem a permeação de produtos por ele. Nesse contexto, também se verificou o uso de vestimentas rasgadas ou descosturadas em uma ou mais partes em 42% do total de observações.

Cabe destacar sobre as vestimentas, que entre 2011 e 2015, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) avaliou 180 vestimentas de proteção individual para riscos químicos com agrotóxicos de diferentes fabricantes e modelos, onde os resultados desses testes apontaram que apenas 52 das vestimentas analisadas atendiam ao padrão mínimo de qualidade. Por outro lado, quando o Programa IAC de Qualidade em Equipamentos de Proteção Individual (Quepia) começou, praticamente 100% das vestimentas foram reprovadas (IAC, 2020).

Portanto, ainda que se utilizem as vestimentas e demais EPIs durante as atividades de preparo e aplicação de defensivos agrícolas, é sempre recomendado que os aplicadores tomem banho imediatamente após as aplicações. Dessa forma, se alguma parte do corpo for atingida pelos produtos, a adequada higienização pode minimizar os efeitos nocivos relacionados à permanência dos agentes químicos em contato com o aplicador. Contudo, ao logo do estudo, observou-se que ao término de 26% das aplicações, os aplicadores não tomaram banho. Também se constatou que 67% dos trabalhadores que trabalharam no preparo e aplicação de defensivos agrícolas ao longo de toda a jornada de trabalho, não tomaram banho no horário de almoço.

Quanto aos respiradores, em 96% das observações identificou-se a utilização de respiradores do tipo PFF (Peça Facial Filtrante), sendo esses utilizados por longos períodos e reaproveitados por diversos dias. Detectou-se a utilização de desses respiradores por períodos de até 8 h e em 100% das vezes que os respiradores do tipo PFF foram usados, não houve o descarte após o uso. Logo, em 82% das observações, os respiradores apresentavam-se em condições inadequadas de higiene e conservação, possuindo: sujidades, rasgos, elementos elásticos desgastados ou ausência de elementos importantes para a vedação do respirador à face (Figura 24).

Figura 24 – Respirador em condições inadequadas de higiene e conservação



Fonte: A autora

Verificou-se ainda a utilização de respiradores do tipo PFF1 (Peça Facial Filtrante Classe P1) em 32% das atividades de preparo e aplicação da calda. Cabe destacar que esse tipo de respirador não é recomendado para a proteção contra defensivos agrícolas. Recomenda-se para névoa contendo defensivos agrícolas em veículo orgânico, a utilização de filtro combinado (filtro químico contra vapores orgânicos e filtro para partículas classe P2) e se o contaminante for um defensivo agrícola em veículo água, recomenda-se a utilização de filtro para partículas classe P2 ou peça semifacial filtrante para partículas PFF2, observando-se ainda a presença de óleo e o Fator de Proteção Mínimo Requerido (FPMR) (FUNDACENTRO, 2016).

Ainda segundo a Fundacentro (2016), no que se refere ao Fator de Proteção Mínimo Requerido (FPMR), calculado através do quociente entre a concentração mais crítica de exposição (C) do contaminante e o limite de exposição ocupacional aplicável (LE), para as atividades envolvendo defensivos agrícolas como contaminantes, também deveriam ser selecionados respiradores que possuíssem Fator de Proteção Atribuído (FPA) maior do que o FPMR.

No entanto, constatou-se que na prática, um mesmo respirador era utilizado para todos os defensivos agrícolas, independente da composição e da concentração de exposição do contaminante. Ou seja, em 100% das observações só havia um único tipo de respirador disponível para as atividades de preparo e aplicação de defensivos agrícolas, independente do produto que seria aplicado e do FPMR.

Ademais, constatou-se também, a utilização de respiradores do tipo PFF por trabalhadores com barba em 18% das observações. Cabe destacar que a presença de pelos faciais como, por exemplo, barba e cavanhaque, podem interferir na selagem junto ao rosto dos respiradores com vedação facial, como os do tipo PFF (FUNDACENTRO, 2016).

Por fim, em relação aos respiradores, identificou-se o uso incorreto, posicionado no queixo abaixo do nariz em 22% das observações, bem como a utilização de um respirador com filtro quebrado e colado com fita adesiva em duas (4%) atividades de preparo e aplicação de calda. Tais constatações estão demonstradas respectivamente nas Figuras 25 e 26 a seguir.

No que se refere às luvas, além da constatação de não utilização em 26% das atividades de preparo e aplicação da calda (vide Figura 27), identificou-se também a utilização de luvas inadequadas para umidade e agentes químicos em 10% das observações. Nesses casos, os trabalhadores fizeram uso de luvas de raspa que, apesar de recomendadas para agentes abrasivos e escoriantes, não eram impermeáveis. Logo, apesar de estarem usando um EPI para proteção das mãos, não era um EPI eficaz para a proteção dos riscos envolvidos nas atividades avaliadas.

Constatou-se ainda, que apesar de 96% dos aplicadores utilizarem calçados de segurança, 18% eram permeáveis, não sendo, portanto, apropriados para umidade e agente químicos, conforme demonstrado na Figura 27. Ou seja, na prática, apenas 78% dos trabalhadores estavam efetivamente com os pés protegidos contra os defensivos agrícolas nas atividades de preparo e aplicação.

Figura 25 – Uso incorreto do respirador



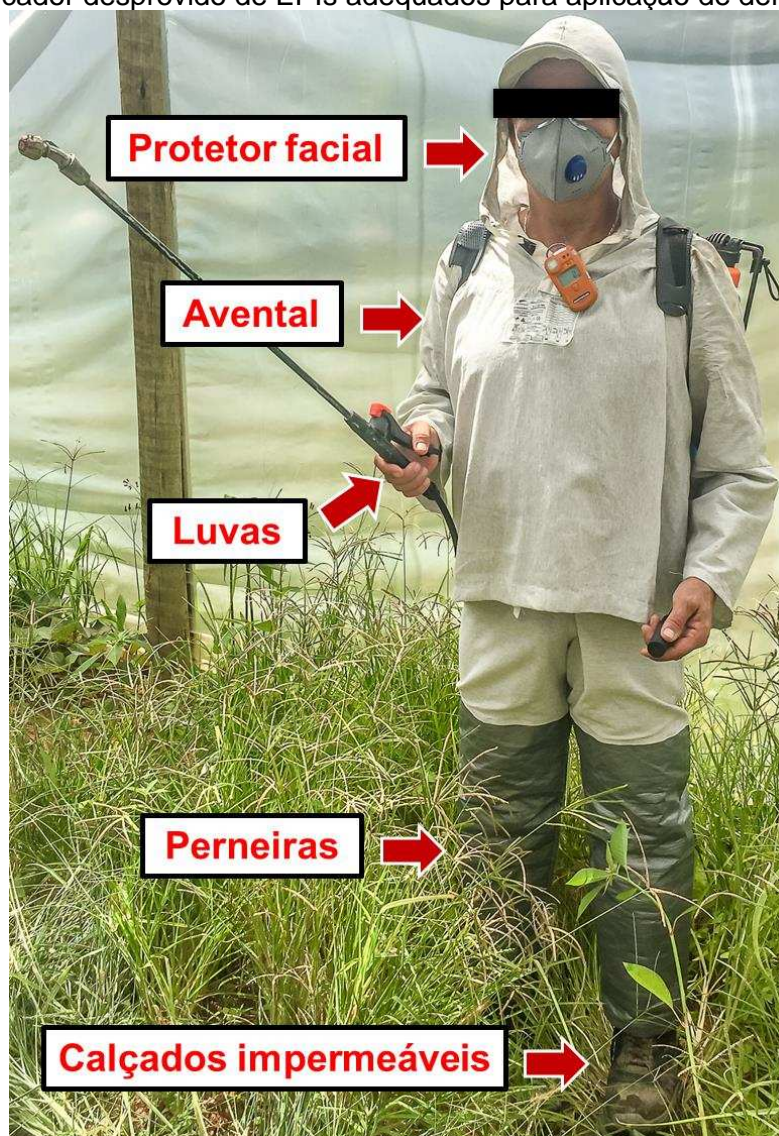
Fonte: A autora

Figura 26 – Respirador com filtro quebrado e colado com fita adesiva



Fonte: A autora

Figura 27 – Aplicador desprovido de EPIs adequados para aplicação de defensivos agrícolas



Fonte: A autora

Finalmente, constatou-se que o compartilhamento de pelo menos um dos equipamentos de proteção individual ocorreu em 100% das observações, tendo em vista que alguns EPIs estavam acondicionados pendurados ou em estantes e armários de uso comum, não identificados, sendo pegos ao acaso por quem precisasse. Verificou-se que os EPIs 100% compartilhados foram: avental, protetor facial e perneira. No entanto, também se verificou o compartilhamento de protetor respiratório em 44% das atividades avaliadas.

Logo, percebe-se que, as falhas em relação aos EPIs não se resumem apenas à não utilização, abrangendo também inconsistências em outros aspectos extremamente significativos, tais como: adequação aos riscos existentes, higiene, manutenção, periodicidade de troca, registro, correta utilização e individualização.

Assim, constata-se que apesar do grande crescimento tecnológico no setor do agronegócio, questões envolvendo saúde e segurança dos trabalhadores ainda carecem de atenção e fiscalização, pois a realidade demonstra que ainda existem falhas em relação à adequada preservação da saúde e segurança dos trabalhadores rurais.

## 5 CONCLUSÕES

Tendo como base as condições de realização da pesquisa e os resultados obtidos, é possível fazer as seguintes conclusões:

A umidade relativa do ar (RH) é maior nas temperaturas mais baixas, no interior e no exterior das casas de vegetação, mas não atende aos valores recomendados para seres humanos pela OMS.

A temperatura interfere na concentração de contaminantes de defensivos agrícolas na atmosfera, sendo as concentrações médias dos agentes químicos inaláveis maiores nas condições de temperatura mais elevadas para cálcio, cobre e particulados totais.

Existe a possibilidade de absorção por vias respiratórias dos agentes químicos presentes nos defensivos agrícolas utilizados no estudo, mas não há exposição acima dos limites de tolerância definidos pela NR-15 e pela ACGIH.

Considerando a influência da temperatura, o preparo e a aplicação de defensivos agrícolas devem ser preferencialmente realizados sob condições de temperaturas mais amenas.

A exposição ocupacional por vias respiratórias ao agente químico cálcio é aumentada devido à presença desse elemento na água.

Todas as partes do corpo humano avaliadas podem ser atingidas por defensivos agrícolas, destacando-se os pés como os membros consideravelmente mais atingidos.

As gotas depositadas sobre os aplicadores são homogêneas e majoritariamente classificadas como “muito finas”. Logo, aponta-se que as gotas menores são potencialmente mais susceptíveis à deriva e à deposição sobre o aplicador.

A aplicação de defensivos agrícolas, por meio da utilização de pulverizador costal manual, demanda a utilização de EPIs capazes de neutralizar a exposição à agentes químicos para todas as partes do corpo dos aplicadores, de forma a promover a adequada segurança ocupacional.

O vento é capaz de influenciar todos os parâmetros de deposição ( $\overline{QG}$ ,  $\overline{DMV}$ ,  $\overline{Span}$ ,  $\overline{Ac}$ ) mas os pés permanecem sendo os membros consideravelmente mais atingidos.

Sob condições de vento, ocorre o aumento do diâmetro das gotas que incidem sobre os aplicadores e reduz-se a homogeneidade dessas.

A incidência de vento também potencializa a deriva e conseqüente aumento da deposição de defensivos agrícolas sobre o aplicador.

Além da adequada manutenção dos pulverizadores costais, a utilização de EPIs impermeáveis nas possíveis partes atingidas pelos vazamentos e gotejamentos é extremamente necessária para a neutralização da exposição aos defensivos agrícolas.

Existe a ocorrência de falhas na utilização de todos os EPIs necessários à proteção dos trabalhadores que realizam preparo e aplicação de defensivos agrícolas com pulverizado costal manual.

Portanto, constata-se que apesar do grande crescimento tecnológico e produtivo do setor agrícola, ainda são necessárias ações que abranjam a apropriada instrução dos produtores, empregadores e trabalhadores em relação aos riscos envolvidos nas atividades realizadas e às medidas de controle adequadas para a eliminação, neutralização ou minimização dos riscos.

## REFERÊNCIAS

ABHO. Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. **TLVs® e BEIs® - 2019 EM PORTUGUÊS**. Disponível em: <https://abho.lojasdot.com.br/tlvs-e-beis-2019>. Acesso em: 12 jun. 2020.

ACGIH. **2020 TLVs and BEIs: Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices**. United States: ACGIH, 2020.

AGUILAR, B. A. R.; RIVERA, L. M. M.; LUCANO, A. A. P.; ARRONA, C. I. O.; HERNÁNDEZ, O. G. C. Análisis de residuos de plaguicidas en el agua superficial de la cuenca del río Ayuquila-Armería, México Analysis of pesticide residues in the surface water of the Ayuquila-Armeria river watershed, Mexico. **Terra Latinoamericana**, v. 37, n. 2, p. 151-161, 2019.

ALMEIDA, P. J. de. **Intoxicação por agrotóxicos: informações selecionadas para abordagem clínica e tratamento**. 1 ed. São Paulo: Organização Andrei, 2002.

ANALYTICS BRASIL. **Quem somos**. Disponível em: [www.analyticsbrasil.com.br/quem-somos](http://www.analyticsbrasil.com.br/quem-somos). Acesso em: 17 out. 2019.

ARAÚJO, A. J. de; LIMA, J. A. de; MOREIRA, J. C.; JACOB, S. do C.; SOARES, M. de O.; MONTEIRO, M. C. M.; AMARAL, A. M. do; KUBOTA, A.; MEYER, A.; COSENZA, C. A. N.; NEVES, C. das; MARKOWITZ, S. Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 115-130, 2007.

ARIOLI, C. J.; ZART, M.; GARCIA, M. S.; BOTTON, M. Avaliação de inseticidas neonicotinóides para o controle da mariposa-oriental *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) em laboratório e pomar comercial de maçã com infestações artificiais. **BioAssay**, v. 2, p. 1-6, 2007.

AUGUSTO, L. G. da S.; CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W. A.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; FARIA, N. M. X.; BÚRIGO, A. C.; FREITAS, V. M. T. de. Saúde, Ambiente e Sustentabilidade. In: CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. da D.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K. BÚRIGO, A. C (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A. A.; BAESSO, R. C. E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 780-785, nov/dez, 2014.

BAIO, F. H. R.; ANTUNIASSE, U. R.; CASTILHO, B. R.; TEODORO, P. E.; SILVA, E. E. da. Factors affecting aerial spray drift in the Brazilian Cerrado. **Plos One**, v. 14, n. 2, p. 1-16, 2019.

BALAN, M. G.; ABI-SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G. da; RIO, A. do. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 293-298, 2008.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Editora Manole: 2004.

BALDI, I.; LEBAILLY, P.; BOUVIER, G.; RONDEAU, V.; KIENTZ-BOUCHART, V.; CANAL-RAFFIN, M.; GARRIGOU, A. Levels and determinants of pesticide exposure in re-entry workers in vineyards: Results of the PESTEXPO study. **Environmental Research**, v. 132, p. 360-369, 2014.

BARBOSA, I. M.; SALES, D. S.; ARREGI, M. U.; RIGOTTO, R. M. Câncer infantojuvenil: relação com os polos de irrigação agrícola no estado do Ceará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 4, p. 1563-1570, 2019.

BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; FINGER, F. L.; SANTOS, J. M. dos. **Produção comercial de rosas**. 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2015.

BAUMEISTER, H.; BALKE, K.; HARTER, M. Psychiatric and somatic comorbidities are negatively associated with quality of life in physically ill patients. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 58, p.1090-1100, 2005.

BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 86-92, 2006.

BELTRÃO, N. E. de M.; FILHO, J. F.; FIGUEIRÊDO, I. C. de M. Uso adequado de casa de vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 547-552, 2002.

BENTO, C. P. M.; YANG, X.; GORT, G.; XUE, S.; DAM, R. V.; ZOMER, P.; MOL, H. G. J.; RITSEMA, C. J.; GEISSEN, V. Persistence of glyphosate and

minomethylphosphonic acid in loess soil under different combinations of temperature, soil moisture and light/darkness. *Science of The Total Environment*, v. 572, n. 1, p. 301-311, 2016.

BERG, Z. K.; RODRIGUEZ, B.; DAVIS, J.; KATZ, A. R.; COONEY, R. V.; MASAKI, K. Association Between Occupational Exposure to Pesticides and Cardiovascular Disease Incidence: The Kuakini Honolulu Heart Program. *Journal of the American Heart Association*, v. 8, n. 19, 2019.

BÖHME, F.; BISCHOFF, G.; ZEBITZ, C. P. W.; ROSENKRANZ, P.; WALLNER, K. Pesticide residue survey of pollen loads collected by honeybees (*Apis mellifera*) in daily intervals at three agricultural sites in South Germany. *Plos One*, v. 13, p. 1-21, 2018.

BONNER, M. R.; FREEMAN, L. E. B., HOPPIN, J. A.; KOUTROS, S.; SANDLER, D. P.; LYNCH, C. F.; HINES, C. J.; THOMAS, K.; BLAIR, A.; ALAVANJA, M. C. R. Occupational exposure to pesticides and the incidence of lung cancer in the Agricultural Health Study. *Environmental Health Perspectives*, v. 125, n. 4, p. 544-551, 2017.

BOTTINO, S. M. B.; FRÁGUAS, R.; GATTAZ, W. F. Depressão e câncer. *Revista Psiquiatria Clínica*, v. 36, p. 109-115, 2009.

BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; RINGENBERG, R.; MORANDI FILHO, W. J. Controle químico de *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae) em Laboratório e pomar de macieira. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 76, n. 2, p. 225-231, 2009.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico: Intoxicações exógenas relacionadas ao trabalho no Brasil, 2007-2016**. v. 49, n. 58, Brasília, 2018a.

\_\_\_\_\_. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano (Série B: Textos Básicos da Saúde)**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

\_\_\_\_\_. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. **Normas Regulamentadoras**. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/index.php/seguranca-e-saude-no->

trabalho/sst-menu/sst-normatizacao/sst-nr-portugues?view=default. Acesso em: 11 jun. 2020.

\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.**

2019a. Disponível em:

[https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-09-atualizada-2019.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-09-atualizada-2019.pdf). Acesso em: 03 jun. 2020.

\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 15 – Atividades e operações insalubres.**

2019b. Disponível:

[https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-15-atualizada-2019.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-15-atualizada-2019.pdf). Acesso em: 15 abr. 2020.

\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 31 – segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura.**

2018b. Disponível: [https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-31.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-31.pdf). Acesso em: 12 jun. 2020.

\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora nº 6 – Equipamento de Proteção Individual - EPI.**

2018c. Disponível em:

[https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-06.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-06.pdf). Acesso em: 17 abr. 2020.

CAMPECHE, L. F. de S. M.; FRANCA, R. J. da F.; LEITÃO, M. de M. V. B. R. Microclima e evapotranspiração de tomate em dois sistemas de produção no Vale do São Francisco. **Agrometeoros**, v. 25, n. 1, p. 133-142, 2017.

CARGNIN, M. C. dos S.; ECHER, I. C.; SILVA, D. R. da. Fumicultura: uso de equipamento de proteção individual e intoxicação por agrotóxico. **Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online**, v. 9, n. 2, p. 466-472, 2017.

CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W. A.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. da S.; PINHEIRO, A. R. de O.; FARIA, N. M. X.; ALEXANDRE, V. P.; FRIEDRICH, K.; MELLO, M. S. de C. Segurança alimentar e nutricional e saúde. In: CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. da D.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K. BÚRIGO, A. C (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CCANCCAPA, A.; MASIÁ, A.; ANDREU, V.; PICÓ, Y. Spatio-temporal patterns of pesticide residues in the Turia and Júcar Rivers (Spain). **Science of the Total Environment**, v. 540, p. 200-210, 2016.

CERVEIRA, J.; MACHADO, H.; GODINHO, M. do C.; OLIVEIRA, J.; COSTA, C. A. do. Os apicultores da Beira Alta: percepções e comportamentos face ao risco do uso de pesticidas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, p. 222-229, 2017.

CHAIM, A. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos: fatores que afetam a eficiência e o impacto ambiental. In: SILVA, C. M. M. de S.; FAY, E. F. (Org.). **Agrotóxicos e ambiente**. Brasília, DF: Embrapa, 2004.

CHAVARRIA, G.; CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2029-2034, 2009.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos; SÔNEGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 477-482, 2007.

CHAVES NETO, J. R.; BOSCAINI, R.; COSTA, I. F. D. da. Sensibilidade de *Aspergillus sp.* e *Fusarium sp.* a diferentes concentrações de fungicidas. **Agri-Environmental Sciences**, v. 6, p. 1-15, 2020.

CITROMAX. **FISPQ CITR0114**. Citromax Indústria e Comércio Ltda.: Santa Catarina, 2019.

COLOMBARI, L. F.; BALDINI, L. F. G.; SILVA, F. Z. da; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; GOTO, R. Controle químico da hérnia das crucíferas em rúcula cultivada em campo naturalmente infestado. **Revista Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1083-1089, Lisboa, 2018.

COMIRAN, F.; BERGAMASCHI, H.; HECKLER, B. M. M.; SANTOS, H. P. dos; ALBA, D.; SARETTA, E. Microclima e produção de videiras “Niágara Rosada” em cultivo orgânico sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 152-159, 2012.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C. A.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.

COSTA, E. LEAL, P. A. M. Medidas radiométricas em casas de vegetação com cobertura plástica na região de Campinas – SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 448-457, 2011.

COSTA, V. I. do B. da; MELLO, M. S. de C. de; FRIEDRICH, K. Exposição ambiental e ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. **Saúde em Debate**, v. 41, n. 112, p. 46-62, 2017.

CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Qual é a variação da umidade relativa do ar durante o dia e a noite?** Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/faq/qual-e-a-variacao-da-umidade-relativa-do-ar-durante-o-dia-e-a-noite/>. Acesso em: 19 jan. 2020a.

\_\_\_\_. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Estações**. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/pt>. Acesso em: 22 jan. 2020b

CRUZEIRO, C.; ROCHA, E.; PARDAL, M. A.; ROCHA, M. J. Environmental assessment of pesticides in the Mondego River Estuary (Portugal). **Marine Pollution Bulletin**, v. 103, p. 240-246, 2016.

DAVIE-MARTIN, C. L.; HAGEMAN, K. J.; CHIN, Y-P.; ROUGÉ, V.; FUJITA, Y. Influence of Temperature, Relative Humidity, and Soil Properties on the Soil–Air Partitioning of Semivolatile Pesticides: Laboratory Measurements and Predictive Models. **Environmental Science & Technology**, v. 49, p. 10431-10439, 2015.

EMATER-MG. **Relatório Geral Sintético por Município – Safra Agrícola**. Impresso. Escritório Local de Barbacena, 03 jul. 2018.

EMBRAPA. **Trajatória da agricultura brasileira**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 30 mai. 2020.

\_\_\_\_. **Artigo - Agrotóxicos são do mal?** 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6248227/artigo---agrototoxicos-sao-do-mal>. Acesso em: 01 jun. 2020.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; BERLATO, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 51-62, 1993.

FERNANDES, W. C.; OLIVEIRA, R. C. de M.; PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; GODOY, M. S. de. Avaliação de inseticidas para o controle de tripses *Frankliniella spp.* em roseira. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 1, n. 1, p. 34-40, 2017.

FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; MACHADO, M. S.; VIANA, R. G.; FREITAS, F. C. L. de. Aplicação de defensivos agrícolas em pequenas propriedades rurais e terrenos acidentados. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A. da; PICANÇO, M. C. (Org.). **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4 ed. Viçosa, MG: Os editores, 2014.

FUNDACENTRO. **NHO 06: Avaliação da exposição ocupacional ao calor: procedimento técnico**. Ministério do Trabalho e Emprego, 2 ed. São Paulo: 2017.

\_\_\_\_\_. **Programa de Proteção Respiratória: recomendações, seleção e uso de Respiradores**. Coordenador Técnico: Maurício Torloni. 4ed. São Paulo: Fundacentro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NHO 08: Coleta de Material Particulado Sólido Suspenso no Ar de Ambientes de Trabalho**. Ministério do Trabalho e Emprego, São Paulo: 2009.

GARCÍA-GARCÍA, C. R.; PARRÓN, T.; REQUENA, M.; ALARCÓN, R.; TSATSAKIS, A. M.; HERNÁNDEZ, A. F. Occupational pesticide exposure and adverse health effects at the clinical, hematological and biochemical level. **Life Sciences**, v. 145, p. 274-283, 2016.

GUIMARÃES, G. L. Critérios toxicológicos e ambientais para registro de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A. da; PICANÇO, M. C. (Org.). **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4 ed. Viçosa, MG: Os editores, 2014.

HERRERO-HERNÁNDEZ, E.; RODRÍGUEZ-CRUZ, M. S.; POSE-JUAN, E.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, S.; ANDRADES, M. S.; SÁNCHEZ-MARTÍN, M. Seasonal distribution of herbicide and insecticide residues in the water resources of the vineyard region of La Rioja (Spain). **Science of the Total Environment**, v. 609, p. 161-171, 2017.

HEWITT, M.; ROWLAND, J. H. Mental health service use among adult cancer survivors: analyses of the National Health Interview Survey. **Journal of Clinical Oncology**, v. 20, n. 23, p. 4581-4590, 2002.

IAC. **Programa do IAC de qualidade de vestimentas de proteção para riscos com agrotóxicos completa dez anos.** Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/noticiasdetalhes.php?id=1112>. Acesso em: 01 mai. 2020.

IBGE. **PIB cai 1,5% no 1º trimestre de 2020.** 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27837-pib-cai-1-5-no-1-trimestre-de-2020>. Acesso em: 30 mai. 2020.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Barbacena.** 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/barbacena/panorama>. Acesso em: 06 out. 2019.

IBRAFLOR. **Crescimento do Setor em 2019.** 2020. Disponível em: <https://www.ibraflor.com.br/post/crescimento-do-setor-em-2019>. Acesso em: 30 mai. 2020.

INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. 2019. **Tratamento do Câncer.** Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tratamento>. Acesso em: 04 jun. 2020.

JABALI, Y.; MILLET, M.; EL-HOZ, M. Spatio-temporal distribution and ecological risk assessment of pesticides in the water resources of Abou Ali River, Northern Lebanon. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 17, p. 17997–18012, 2020.

JUAN-BORRÁS, M.; DOMENECH, E.; ESCRICHE, I. Mixture-risk-assessment of pesticide residues in retail polyfloral honey. **Food Control**, v. 67, p. 127-134, 2016.

KAB, S.; SPINOSI, J.; CHAPERON, L.; DUGRAVOT, A.; SINGH-MANOUX, A.; MOISAN, F.; ELBAZ, A. Agricultural activities and the incidence of Parkinson's disease in the general French population. **European Journal of Epidemiology**, v. 32, p. 203-216, 2017.

KANSAYE, L.; ZHANG, J.; WU, H.; GAO, B.; ZHANG, X. Dissipation of Propamidine Fungicide Residues in Greenhouse Tomato. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 5, p. 235-243, 2013.

KARLSSON, A. S.; LESCH, M.; WEIHERMÜLLER, L.; THIELE, B.; DISKO, U.; HOFMANN, D.; VEREECKEN, H.; SPIELVOGEL, S. Pesticide contamination of the upper Elbe River and an adjacent floodplain area. **Journal of Soils and Sediments**, v. 20, p. 2067-2081, 2020.

KOUTROS, S.; SILVERMAN, T.; ALAVANJA, M. C. R.; ANDREOTTI, G.; LERRO, C. C.; HELTSHE, S.; LYNCH, C. F.; SANDRLER, D. P.; BLAIR, A.; FREEMAN, L. E. B. Occupational exposure to pesticides and bladder cancer risk. **International Journal of Epidemiology**, v. 45, n. 3, p. 792-805, 2015.

KRAWCZYK, N.; MEYER, A.; FONSECA, M.; LIMA, J. 14. Suicide Mortality Among Agricultural Workers in a Region With Intensive Tobacco Farming and Use of Pesticides in Brazil. **Occupational & Environmental Medicine**, v. 56, n. 9, p. 993-1000, 2017.

LAABS, V.; AMELUNG, W.; PINTO, A.; WANTZEN, M.; SILVA, C. J.; ZECH, W. Pesticides in surface water, sediment, and rainfall of the Northeastern Pantanal Basin, Brazil. **Journal of Environmental Quality**, v. 31, n. 5, p. 1636-1648, 2002.

LEBOV, J. F.; ENGEL, L. S.; RICHARDON, D.; HOGAN, S. L.; HOPPIN, J. A.; SANDLER, D. P. 8. Pesticide use and risk of end-stage renal disease among licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. **Occupational & Environmental Medicine**, v. 0, p. 1-10, 2015.

LANGENBACH, T.; MANO, D.; CAMPOS, M. M.; CUNHA, A. L. M. C.; CAMPOS, T. M. P. de. Pesticide dispersion by spraying under tropical conditions. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 52, n. 12, p. 843-849, 2017.

LERRO, C. C.; KOUTOR, S.; ANDREOTTI, G.; FRIESEN, M. C.; ALAVANJA, M. C.; BLAIR, A.; HOPPIN, J. A.; SANDLER, D. P.; LUBIN, J. H.; MA, X.; ZHANG, Y.; FREEMAN, L. E. B. Organophosphate insecticide use and cancer incidence among spouses of pesticide applicators in the Agricultural Health Study. **Occupational & Environmental Medicine**, v. 72, p. 736-744, 2015.

LINHART, C.; NIEDRIST, G. H.; NAGLER, M.; NAGRANI, R.; TEMML, V.; BARDELLI, T.; WILHALM, T.; RIEDL, A.; ZALLER, J. G.; CLAUSING, P.; HERTOGE, K. Pesticide contamination and associated risk factors at public playgrounds near intensively managed apple and wine orchards. **Environmental Sciences Europe**, v. 31, n. 28, p. 1-16, 2019.

LODDO, D.; SCARABEL, L.; SATTIN, M.; PEDERZOLI, A.; MORSIANI, C.; CANESTRALE, R.; TOMMASINI, M. G. Combination of Herbicide Band Application and Inter-Row Cultivation Provides Sustainable Weed Control in Maize. **Agronomy**, v. 10, n. 20, p. 1-16, 2020.

LOZANO-PANIAGUA, D.; PARRÓN, T.; ALARCÓN, R.; REQUENA, M.; GIL, F.; LÓPEZ-GUARNIDO, O.; LACASAÑA, M.; HERNÁNDEZ, A. F. Biomarkers of oxidative stress in blood of workers exposed to non-cholinesterase inhibiting pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 162, p. 121-128, 2018.

MACIEL, C. F. S.; TEIXEIRA, M. M.; ZOLNIER, S.; FERNANDES, H. C.; SANTIAGO, H. Sprayed liquid loss due to evaporation in different psychrometric conditions. **Agrária**, v.12, n. 2, p. 244-250, 2017.

MAGALHÃES, L. A. **101 perguntas e respostas sobre agentes químicos para Higiene Ocupacional: Um guia de cabeceira para não errar nas avaliações de campo**. 1 ed. São Paulo: Lux, 2019.

MAO, K.; JIN, R.; LI, W.; REN, Z.; QIN, X.; HE, S.; LI, J.; WAN, H. The influence of temperature on the toxicity of insecticides to *Nilaparvata lugens* (Stål). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 156, p. 80-86, 2019.

MARINHO, J. A. A defesa vegetal e segurança no campo aliadas da agricultura brasileira. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A. da; PICANÇO, M. C. (Org.). **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4 ed. Viçosa, MG: Os editores, 2014.

MARCUZZO, L. L.; DUARTE, T. da S.; ROSA NETO, A. J.; HOFFMANN, F. Efeito de fosfito de potássio e de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora beticola*) da beterraba. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 2, Botucatu, 2016.

MASIÁ, A.; CAMPO, J.; NAVARRO-ORTEGA, A.; BARCELÓ, D.; PICÓ, Y. Pesticide monitoring in the basin of Llobregat River (Catalonia, Spain) and comparison with historical data. **Science of the Total Environment**, v. 503-504, p. 58-68, 2015.

MATTEI, C.; WORTHAM, H.; QUIVET, E. Heterogeneous degradation of pesticides by OH radicals in the atmosphere: Influence of humidity and particle type on the kinetics. **Science of The Total Environment**, v. 664, p. 1084-1094, 2019.

MATTIAZZI, A. L.; CAYE, J. L.; FRANK, J. G.; BATTISTI, I. D. E. Triagem auditiva e dosagem das colinesterases em trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 17, n. 2, p. 239-246, 2019.

MESMOUDI, K.; MEGUALLATI, K. H.; BOURNET, P. E. Effect of the greenhouse design on the thermal behavior and microclimate distribution in greenhouses installed under semi-arid climate. **Heat Transfer**, v. 46, n. 8, p. 1294-1311, 2017.

MWANGA, H. H.; DALVIE, M. A.; SINGH, T. S.; CHANNA, K.; JEEBHAY, M. F. Relationship between Pesticide Metabolites, Cytokine Patterns, and Asthma-Related Outcomes in Rural Women Workers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 957, p. 1-14, 2016.

MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. da. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. 1 ed, Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2017.

MONTEAGUDO, C.; MARISCAL-ARCAS, M.; HERAS-GONZALES, L.; IBAÑES-PEINADO, D.; RIVAS, A.; OLEA-SERRANO, F. Effects of maternal diet and environmental exposure to organochlorine pesticides on newborn weight in Southern Spain. **Chemosphere**, v. 156, p. 135-142, 2016.

MORAES, M. V. G. de. **Doenças ocupacionais – agentes: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos**. 1ed. São Paulo: Érica, 2010.

MOURA, R. M. de. Humanos versus natureza: a origem das questões fitossanitárias que levaram ao uso dos agrotóxicos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, v. 15, n. 2, p. 23-36, 2018.

MUTTI, G. C.; OLIVEIRA, J. P. de.; CASTRO, L. A. B. de.; NOGUEIRA, M. A.; BINDEWALD, R. A atualização dos limites de tolerância do anexo 11 da NR 15. **AdNormas**, v. 30, nov. 2018.

NAKAGAWA, L. E.; POTENZA, M. R.; ICHIRRARO, T. H.; PAPINI, S. Persistence of chlorpyrifos in greenhouse air. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, p. 1-4, 2016.

NASCIMENTO, J. L. M. do; PEREIRA, G. A. M.; ADRIANO, R. C.; PUCCI, L. F.; BARCELLOS JÚNIOR, L. H.; FERREIRA, L. R. Tolerância de plantas jovens de café a herbicidas aplicados isoladamente ou em mistura com o fertilizante fertiactyl. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 4, p. 1-8, 2019.

NAWI, N. S. M.; DEROS, B. M.; RAHMAN, M. N. A.; SUKADARIN, E. H.; NORDIN, N. 11. Malaysian oil palm workers are in pain: hazards identification and ergonomics related problems. **Malaysian Journal of Public Health Medicine**, v. 16, p. 50-57, 2016.

NEGATU, B.; KROMHOUT, H.; MEKONNEN, Y.; VERMEULEN, R. Occupational pesticide exposure and respiratory health: a large-scale cross-sectional study in three commercial farming systems in Ethiopia. **Thorax**, v. 0, p. 1-8, 2016.

NEGE, W. C. N. K.; BORTOLOTTI, S.; SILVA, R. F. da; FAVARETTO, A. P.; MANZINI, V. Incidência de cânceres e o uso de agrotóxicos na região oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 2, n. 2, p. 11-16, 2016.

NEVES, F. M.; PINTO, M. J. **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. 1ed. São Paulo: OCESP, 2015.

NIOSH. **Method: 7300 – Elements by ICP**. 2003. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/7300.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

\_\_\_\_\_. **Method: 0500 – Particulates not otherwise regulated, total**. 1994. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0500.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

OGUT, S.; KUCUKONER, E.; GULTEKIN, F.; GURBUZ, N. A Study of Long-Term Pesticide Application Amongst Agricultural Workers: Total Antioxidant Status, Total Oxidant Status and Acetylcholinesterase Activity in Blood. **Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences**, v. 85, p. 155-159, 2015.

OLIVEIRA, N. P.; MOI, G. P.; SANTOS, M. A.; SILVA, A. M. C.; PIGNATI, W. A. Malformações congênitas em municípios de grande utilização de agrotóxicos em Mato Grosso, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 10, p. 4123-4130, 2014.

PALMA, P.; KÖCK-SCHULMEYER, M.; ALVARENGA, P.; LEDO, L.; BARBOSA, I. R.; ALDA, M. L. de; BARCELÓ, D. Risk assessment of pesticides detected in surface water of the Alqueva reservoir. **Science of the Total Environment**, v. 488-499, p. 208-219, 2014.

PAPINI, S.; DE ANDREA, M. M.; LUCHINI, L. C. **Segurança ambiental no controle químico de pragas e vetores**. 1ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

PARRÓN, T.; REQUENA, M.; HERNÁNDEZ, A. F.; ALARCÓN, R. C. Exposição ambiental a pesticidas e risco de câncer em múltiplos sistemas de órgãos humanos. **Toxicology Letters**, v. 230, p. 157-165, 2014.

PEREIRA, P. S.; FERNANDES, H. C.; CECON, P. R.; TEIXEIRA, C. C.; RANGEL, J. P. Aumento do estresse térmico nas atividades de pulverização em casas de vegetação. In: **XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Campinas, 2019.

PICANÇO, M. V.; MORAIS, E. G. F. de; SILVA, G. A.; SOUZA JÚNIOR, R. C. de; CHEDIAK, M.; MOREIRA, M. D. Controle químico de pragas. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A. da; PICANÇO, M. C. (Org.). **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. 4 ed. Viçosa, MG: Os editores, 2014.

PIRES JÚNIOR, A.; FERREIRA, M. A. F. **Aplicação de agrotóxicos com pulverizador costal manual**. 5 ed. Brasília: LK editora, 2007.

POUCHIEU, C.; PIEL, C.; CARLES, C.; GRUBER, A.; HELMER, C.; TUAL, S.; MARCOTULLIO, E.; LEBAILLY, P.; BALDI, I. Pesticide use in agriculture and Parkinson's disease in the AGRICAN cohort study. **International Journal of Epidemiology**, v. 47, n. 1, 2018.

PROTSPRAY. Conjunto agrotóxicos costal. Disponível em: <https://www.protspray.com.br/conjunto-agrotoxicos-costal/>. Acesso em: 01 mai. 2020.

PRÜSS-ÜSTÜN, A.; WOLF, J.; CORVALÁN, C. F.; BOS, R. NEIRA, M. **Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks**. World Health Organization, 2016.

REBELO, J. A.; REBELO, A. M.; SCHALLENBERGER, E. **Calda bordalesa: componentes, obtenção e características**. Florianópolis: Epagri, 2015. 36p. (Epagri. Boletim Técnico, 166).

REIS, N. V. B. dos. **Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste**. Circular Técnica 38, Embrapa Hortaliças, Brasília, 2005.

REQUENA, M.; PARRÓN, T.; NAVARRO, A.; GARCÍA, J.; VENTURA, M. I.; HERNÁNDEZ, A. F.; ALARCÓN, R. Association between environmental exposure to pesticides and epilepsy. **Neurotoxicology**, v. 68, p. 13-18, 2018.

RIBEIRO, N. A.; ROSA, J. M. da.; FRANCO, C. R.; BOFF, M. I. C. Flutuação populacional e controle de percevejos em pomar de maracujazeiro-azedo no sul do Brasil. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 1111-1116, 2019.

ROSEMBERG, R.; BASTOS, M. **Higiene Ocupacional ao alcance de todos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Autografia, 2016.

ROUSIS, N. I.; BADE, R.; BIJLSMA, L.; ZUCCATO, E.; SANCHO, J. V.; HERNANDEZ, F.; CASTIGLIONI, S. Monitoring a large number of pesticides and transformation products in water samples from Spain and Italy. **Environmental Research**, v. 156, p. 31-38, 2017.

RUTHS, J. C.; RIZZOTO, M. L. F.; MACHINESKI, G. G. Exposição a agrotóxicos e ocorrência de câncer em trabalhadores de dois municípios do oeste do Paraná. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 18, n. 3, p. 1-8, 2019.

SALIBA, T. M. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA**. 10 ed. São Paulo: Ltr, 2019.

SALIBA, T. M. **Manual prático de higiene ocupacional e PPRA: avaliação e controle dos riscos ambientais**. 2 ed. Belo Horizonte: Astec, 2009.

SALIBA, T. M.; CORRÊA, M. A. C. **Insalubridade e periculosidade: aspectos técnicos e práticos**. 17 ed. São Paulo: LTr, 2019.

SANTOS, R.; PICCOLI, C.; CREMONESE, C.; FREIRE, C. Thyroid and Reproductive Hormones in Relation to Pesticide Use in an Agricultural Population in Southern Brazil. **Environmental Research**, v. 173, p. 229-231, 2019.

SCHETTINI, E.; VOX, G. Greenhouse plastic films capable of modifying the spectral distribution of solar radiation. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 41, n. 1, p. 19-24, 2010.

SCHMIDT, M. L. G.; GODINHO, P. H. Um breve estudo acerca do cotidiano do trabalho de produtores rurais: intoxicações por agrotóxicos e subnotificação. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, n. 31, p. 27-40, 2006.

SENA, T. R. R. de; DOURADO, S. S. F.; ANTONIOLLI, A. T. Audição em altas frequências em trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 10, p. 3923-3932, 2019.

SHARMA, A.; MAHAJAN, V. K.; MEHTA, K. S.; CHAUHAN, P. S.; SHARMA, V.; SHARMA, A.; WADHWA, D.; CHAUHAN, S. Pesticide contact dermatitis in agricultural workers of Himachal Pradesh (India). **Contact Dermatitis**, v. 73, n. 4, p. 213-217, 2018.

SHENGDE, C.; LAN, Y.; JIYU, L.; ZHIYAN, Z.; AIMIN, L.; YUEDONG, M. Effect of wind field below unmanned helicopter on droplet deposition distribution of aerial spraying. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 10, n. 3, p. 67-77, 2017.

SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Princípios da toxicologia ambiental: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2013.

SOFUOGLO, A.; ODABASI, M.; TASDEMIR, Y.; KHALILI, N. R.; HOLSEN, T. M. Temperature dependence of gas-phase polycyclic aromatic hydrocarbon and organochlorine pesticide concentrations in Chicago air. **Atmospheric Environment**, v. 35, n. 36, p. 6503-6510, 2001.

SOUZA, F. N. F. de.; SANTANA, V. S. Mortalidade por acidentes de trabalho entre trabalhadores da agropecuária no Brasil, 2000-2010. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 4, p. 1-13, 2016.

SOUZA, L. F. C. B. de; MONTAGNER, C. C.; ALMEIDA, M. B.; KURODA, E. K.; VIDAL, C.; FREIRE, R. L. Determination of pesticides in the source and drinking waters in Londrina, Paraná, Brazil. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 3, p.1153-1164, 2019.

SPADOTTO, C. A. Influência das condições meteorológicas no transporte de agrotóxicos no ambiente. **Boletim SBMET**, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, abr., p.15-20, 2006.

THIPE, E. L.; WORKNEH, T.; ODINDO, A.; LAING, M. Greenhouse technology for agriculture under arid conditions. In: LICHTFOUSE, E. (Edit.). **Sustainable agriculture reviews 22**. 1ed. France: Springer, 2017.

TOKATH, C.; KÖSE, E.; ÇIÇEK, A.; EMIROĞLU, Ö. Pesticide Accumulation in Turkey's Meriç River Basinwater and Sediment. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 29, p. 1003-1008, 2020.

VEIGA, M. M.; ALMEIDA, R.; DUARTE, F. O desconforto térmico provocado pelos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) utilizados na aplicação de agrotóxicos. **Laboreal**, v. 17, n. 2, p. 83-94, 2016.

VITAL, N. **Agradeça aos agrotóxicos por estar vivo**. 1ed. Rio de Janeiro: Record, 2017.

WALSH, E. M.; SWEET, S.; KNAP, A.; ING, N.; RANGEL, J. Queen honey bee (*Apis mellifera*) pheromone and reproductive behavior are affected by pesticide exposure during development. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 74, n. 33, 2020.

WANG, J.; LAN, Y.; ZHANG, H.; ZHANG, Y.; WEN, S.; YAO, W.; DENG, J. Drift and deposition of pesticide applied by UAV on pineapple plants under different meteorological conditions. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 11, n. 6, p. 5-12, 2018.

WILHELM, C. M.; CALSING, A. K.; SILVA, L. B. Assessment of DNA damage in floriculturists in southern Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, p. 8182-8189, 2015.

WHO. World Health Organization. **Indoor air quality: biological contaminants: report on a WHO meeting**. Rautavaara: European series, n. 31, 1998.

YU, Y.; ZHU, H.; OZKAN, H. E. Evaporation of Pesticide Droplets on Surfaces under Various Relative Humidity Conditions. **ASTM International**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2008.

YU, Y.; ZHU, H.; FRANTZ, J. M.; REDING, M. E.; CHAN, K. C.; OZKAN, H. E. Evaporation and coverage area of pesticide droplets on hairy and waxy leaves. **Biosystems Engineering**, v. 104, n. 3, p. 324-334, 2009.

ZENG, F.; LERRO, C.; LAVOUÉ, J.; HUANG, H.; SIEMIATYCKI, J.; ZHAO, N.; MA, S.; DEZIEL, N. C.; FRIEZEN, M. C.; UDELSMAN, R.; ZHANG, Y. Occupational Exposure to Pesticides and Other Biocides and Risk of Thyroid Cancer. **Occupational & Environmental Medicine**, v. 74, n. 7, p. 502-510, 2017.