

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

MARIA ISABEL COLTRO CROVADOR

**EFICÁCIA DE EPI'S PARA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: AVALIAÇÃO DA
HIDRORREPELÊNCIA DE VESTIMENTAS DE PROTEÇÃO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2013

MARIA ISABEL COLTRO CROVADOR

**EFICÁCIA DE EPI'S PARA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: AVALIAÇÃO DA
HIDRORREPELÊNCIA DE VESTIMENTAS DE PROTEÇÃO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Cezar Stadler


PONTA GROSSA

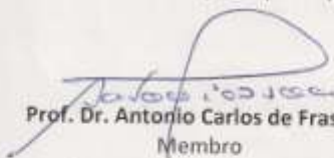
2013

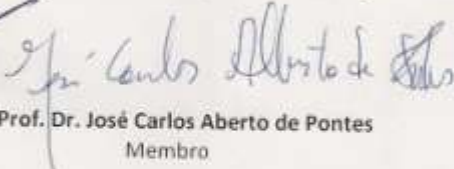


ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Aos vinte e um dias do mês de dezembro do ano de dois mil e treze, às nove horas, na sala de treinamentos da DIREC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Ponta Grossa, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski (UTFPR) presidente da banca; Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR); Prof. Dr. José Carlos Alberto Pontes (UTFPR) para examinar a monografia, intitulada: "EFICÁCIA DE EPI'S PARA APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: AVALIAÇÃO DA HIDORREPELÊNCIA DE VESTIMENTAS DE PROTEÇÃO de Maria Isabel Coltro Crovador. Após a apresentação, a proponente foi arguida pelos membros da referida Banca, tendo tido a oportunidade de responder a todas as perguntas. Em seguida, esta banca examinadora reuniu-se reservadamente para deliberar, considerando a monografia **APROVADA**, com média 8,8 (OITO VÍRGULA OITO) para obtenção do título de **Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho**. A sessão foi encerrada às 9 horas e vinte minutos, sendo a presente assinada pelos participantes desta banca examinadora.


Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski
Presidente


Prof. Dr. Antonio Carlos de Frasson
Membro


Prof. Dr. José Carlos Alberto de Pontes
Membro

Resumo

CROVADOR, Maria Isabel Coltro. **Eficácia de EPI's para aplicação de agrotóxicos:** avaliação da hidrorrepelência de vestimentas de proteção. 2013. 56 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a hidrorrepelência de vestimentas de proteção para aplicação de agrotóxicos. A avaliação foi feita utilizando o método do *spray test*. Foram avaliadas três vestimentas de proteção, em uma série de 9 testes, em que 6 amostras de cada roupa foram pulverizadas com água durante 30 segundos. Após cada teste, as amostras eram lavadas, visando simular o desgaste natural pelo uso. Ainda, sob cada amostra foi colocado um papel para absorver qualquer líquido que pudesse penetrar pelo tecido. Os resultados mostraram que mesmo as amostras que obtiveram notas altas conforme quadro de classificação do *spray test*, grande quantidade de água penetrou pelo tecido e foi absorvida pelo papel, demonstrando que o acabamento hidrorrepelente pode não ser suficiente para a proteção do trabalhador contra a contaminação pela calda agrotóxica.

Palavras-chave: Equipamento de proteção individual. Teste de pulverização. Pesticida. Trabalhador rural.

Abstract

CROVADOR, Maria Isabel Coltro. **Efficacy of PPE for pesticides application: evaluation of water repellency of protective clothing.** 2013. 56 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2013.

The present study aimed to evaluate the water repellency of protective clothing for applying pesticides. The evaluation was performed using the spray test method. Three protective clothing were evaluated by 9 tests, in which 6 samples of each clothes were sprayed with water for 30 seconds. After each test, the samples were washed, aiming to simulate the natural wear and tear. Also, under the each sample was placed a paper to absorb any liquid that could penetrate the fabric. The results showed that even the samples which obtained high grades in the spray test rating chart, a lot of water has penetrated the fabric and was absorbed by the paper, showing that the water-repellent finish may not be enough to protect the worker against the contamination by the pesticide spray.

Keywords: Personal protective equipment. Spray test. Pesticide. Rural worker.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
1.1 PROBLEMA	5
1.2 JUSTIFICATIVA	6
1.3 OBJETIVOS	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 AGROTÓXICOS E TOXICIDADE	8
2.2 EPI'S RECOMENDADOS PARA A APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS	10
2.3 CONTAMINAÇÃO POR AGROTÓXICOS	13
2.3.1 Riscos da contaminação por agrotóxicos	13
2.3.2 Fatores intervenientes	15
2.4 NORMAS E REQUISITOS DE QUALIDADE PARA OS EPI'S	21
2.5 INTOXICAÇÕES POR AGROTÓXICOS NO BRASIL	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 SELEÇÃO DOS EPI'S A SEREM AVALIADOS	32
3.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DOS EPI'S	34
3.2.1 Preparo das amostras	34
3.2.2 Procedimento de avaliação da hidrorrepelência	36
3.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REPELÊNCIA ANTES E APÓS AS LAVAGENS	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE	56

1 INTRODUÇÃO

A aplicação de agrotóxicos, nas atividades agrícolas e florestais, desperta grande preocupação a cerca do risco de contaminação ocupacional. Fatores humanos, relacionados ao correto manuseio dos equipamentos de proteção individual (EPI's), forma de higienização dos EPI's antes e após a aplicação dos agrotóxicos, susceptibilidade individual, dentre outros, somados aos fatores materiais, atrelados à qualidade e eficácia de proteção dos EPI's, perfazem um panorama complexo, em que a exposição aos agroquímicos apresenta grande potencial de contaminação dos trabalhadores envolvidos nessas atividades.

A preocupação com a segurança do trabalhador que aplica agrotóxico e com os respectivos EPI's iniciou-se na década de 1940, junto com as primeiras aplicações desses produtos no Brasil. Nesta época, os EPI's eram adaptados da indústria, confeccionados com materiais grossos, pesados, impermeáveis e de baixo conforto e segurança. A obrigatoriedade do uso desses EPI's inadequados veio com a Lei 6.514/1977, sendo que esses equipamentos só poderiam ser comercializados mediante certificado de aprovação (CA) expedido pelo Ministério do Trabalho (RAMOS e YANAI, 2008a).

Em 1990 iniciou-se o desenvolvimento de EPI's adaptados às atividades agrícolas, por parte da Fundação Jorge Duprat de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), que deu origem ao conceito da utilização das vestimentas feitas com algodão tratado com hidrorrepelente, até hoje amplamente difundidas no meio agrícola. Porém, diante da falta de normas nesse nicho de mercado, até hoje a comercialização de um EPI é feita apenas com base na assinatura de uma anotação de responsabilidade técnica pelo fabricante, o que é suficiente à emissão do CA, embora não haja comprovação da eficácia de proteção (RAMOS e YANAI, 2008a).

Apesar da crescente evolução da pesquisa brasileira a cerca dos impactos advindos da exposição aos pesticidas, esta ainda é incipiente para se determinar a extensão da carga química aos indivíduos e a dimensão dos danos à saúde. Isso porque faltam informações sobre o consumo de agroquímicos, bem como dados sobre intoxicações decorrentes, o que é agravado pela diversidade dos grupos

expostos, que vão desde trabalhadores da agropecuária e controle de vetores, até trabalhadores nas empresas desinsetizadoras e na fabricação, transporte e comércio de pesticidas (FARIA, FASSA e FACCHINI, 2007).

A pesquisa de Veiga et al. (2007) teve como propósito analisar a eficiência de proteção dos EPI's durante a manipulação e aplicação de agrotóxicos em dois casos: em uma cultura de tomate no Brasil, e em uma vinicultura na França. Os pesquisadores concluíram que em ambos os casos os equipamentos de proteção individual não isentaram o trabalhador de se expor ao pesticida, e, além disso, ainda agravaram os riscos, pois se tornaram fontes de contaminação. As possíveis causas levantadas para esse resultado foram prováveis lacunas de projeto e concepção dos EPI's, bem como problemas relacionados ao uso, manutenção, armazenamento e descarte desses equipamentos (VEIGA et al., 2007).

Os resultados de pesquisas, tais como a citada, somados ao fato de que no Brasil os certificados de aprovação (CA's), expedidos pelo Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE), requerem apenas um termo de responsabilidade técnica para sua emissão, sem qualquer avaliação de eficiência e vida útil (FRANCISCHINI, 2009), induzem ao questionamento quanto a real proteção oferecida por esses EPI's.

Neste contexto, estudos a cerca da eficácia dos EPI's destinados aos trabalhadores expostos aos agrotóxicos são imprescindíveis para que se possa melhorar a tecnologia de fabricação desses materiais bem como garantir a proteção dos trabalhadores, de forma que o empregador possa oferecer equipamentos de qualidade e que sejam efetivos em sua função.

1.1 PROBLEMA

A aplicação de agrotóxicos é uma atividade de significativo risco ocupacional, visto que a contaminação é função de diversos fatores, dentre os quais nem todos são passíveis de intervenção e controle por parte do trabalhador e do empregador, a exemplo da variável climática e o fenômeno da deriva.

As vestimentas de proteção exercem importante papel na proteção do trabalhador, já que a contaminação do ambiente de trabalho não pode ser excluída. Porém, estas vestimentas não passam por qualquer controle de qualidade por laboratórios especializados antes de serem comercializadas.

Neste sentido, surge a seguinte questão:

As vestimentas de proteção contra a contaminação por agrotóxicos são realmente eficazes quanto a sua função hidrorrepelente?

1.2 JUSTIFICATIVA

Esta monografia se justifica pelo fato de que os equipamentos de proteção individual recomendados para o trabalho com agrotóxicos não têm sua eficácia comprovada por testes em laboratórios credenciados pelo Ministério do Trabalho e Emprego, e também não são testadas em campo para conhecer o real desempenho durante o tempo em que o indivíduo está exposto aos agentes tóxicos.

A execução do teste de pulverização preconizado pela norma ISO 4920:2012 (ISO, 2012) e pela norma *AATCC Test Method 22-2005* (AATCC, 2005) visa por à prova o desempenho das vestimentas de proteção quanto à efetividade do acabamento hidrorrepelente, ou seja, é uma forma de determinar a qualidade do material e simular uma situação real de exposição do trabalhador no campo e conhecer o risco de contaminação do mesmo pela calda agrotóxica.

1.3 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar a hidrorrepelência de vestimentas de proteção (calça e jaleco) recomendadas para aplicação de agrotóxicos.

Os objetivos específicos foram:

- a) Conhecer os tipos de equipamentos de proteção individual (EPI) destinados à proteção do trabalhador rural durante a aplicação de agrotóxicos;
- b) Identificar normas e requisitos de qualidade para as vestimentas de proteção (calça e jaleco) para manuseio e aplicação de agrotóxicos;
- c) Avaliar a eficácia da proteção oferecida pelas vestimentas de proteção em estudo (calça e jaleco) em termos de hidrorrepelência do material;
- d) Avaliar a influência de passar a vestimenta a ferro quanto à manutenção da capacidade de hidrorrepelência;
- e) Identificar os riscos advindos da contaminação por agrotóxicos.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema deste trabalho é a eficácia do acabamento hidrorrepelente das vestimentas de proteção (calça e jaleco) recomendadas para aplicação de agrotóxicos. Para avaliar a eficácia destes equipamentos foram testadas três vestimentas de proteção de marcas diferentes, mediante a execução do método do *Spray Test* proposto pela norma ISO 4920:2012 (ISO, 2012) e pela norma *AATCC Test Method 22-2005* (AATCC, 2005), buscando identificar o padrão de hidrorrepelência do material novo e após 8 lavagens.

A questão principal que norteia esta pesquisa é evidenciar o risco de contaminação do trabalhador que aplica agrotóxico através da penetração do líquido pela vestimenta de proteção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AGROTÓXICOS E TOXICIDADE

Um conceito de agrotóxico é dado pela Lei nº 7.802 de julho de 1989 (BRASIL, 1989), que considera:

I - agrotóxicos e afins:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

II - componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

Diante da variedade de tipos e usos a que se destinam, algumas classificações se fazem úteis ao estudo dos agrotóxicos.

As classes de agrotóxicos, conforme o uso, são: inseticidas (controlam insetos); acaricidas (controlam ácaros); fungicidas (controlam doenças); herbicidas (controlam plantas daninhas); nematicidas (controlam nematóides – vermes do solo); desfolhantes (provocam desfolhamento); e reguladores de crescimento (aceleram ou retardam o desenvolvimento das plantas) (SENAR, 2004).

Outra classificação é proposta pelo Ministério do Meio Ambiente, que divide os agrotóxicos em duas categorias (BRASIL, 2013):

a) Agrícolas, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens e nas florestas plantadas - cujos registros são concedidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente.

b) Não-agrícolas:

- destinados ao uso na proteção de florestas nativas, outros ecossistemas ou de ambientes hídricos - cujos registros são concedidos pelo Ministério do Meio

Ambiente/IBAMA, atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Saúde.

- destinados ao uso em ambientes urbanos e industriais, domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública - cujos registros são concedidos pelo Ministério da Saúde/ANVISA, atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Agricultura e do Meio Ambiente.

A aplicação de agrotóxicos é uma atividade de risco, que pode causar efeitos maléficos à saúde do trabalhador. O risco será função da interação entre a toxicidade (classe toxicológica) do produto e a sua exposição (uso de EPI). Apesar do fato de que a toxicidade do produto não pode ser diminuída, é importante ressaltar que o uso do EPI poderá reduzir significativamente a exposição (SENAR, 2004).

Logo, o controle dos riscos no trabalho com substâncias químicas deve se pautar em ações sobre os dois fatores que originam o risco, a toxicidade versus a exposição. Assim, quando há redução da toxicidade e/ou da exposição, tem-se uma diminuição do risco; e, ao eliminar um desses fatores, o risco estaria totalmente controlado (GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

Para Gonçalves et al. (2012) o número de casos de intoxicação por uso de agrotóxicos em propriedades de agricultura familiar vem aumentando consideravelmente a cada ano. Embora exista uma consciência maior em relação ao uso de equipamentos de proteção individual nem sempre este se faz corretamente. Os agrotóxicos podem ser classificados segundo seu poder tóxico. A classificação é de extrema importância para o conhecimento da toxicidade do produto, do ponto de vista de seus efeitos agudos ou crônicos, e para melhor orientar e recomendar qual o equipamento de proteção utilizar.

A toxicidade da maioria dos defensivos é expressa em termos do valor da Dose Média Letal (DL_{50}), por via oral, representada por miligramas do produto tóxico por quilo de peso vivo, necessários para matar 50% de ratos e outros animais testes (CORDEIRO, 2013).

Assim, para fins de prescrição das medidas de segurança contra riscos para a saúde humana, os produtos são enquadrados em função do DL_{50} (CORDEIRO, 2013), inerente a cada um deles, conforme mostra a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Classificação toxicológica dos agrotóxicos em função do DL₅₀

Classe toxicológica	Descrição	Faixa indicativa de cor
I	Extremamente tóxicos (DL ₅₀ < 50mg/kg de peso vivo)	Vermelho vivo
II	Muito tóxicos (DL ₅₀ – 50 a 500mg/kg de peso vivo)	Amarelo intenso
III	Moderadamente tóxicos (DL ₅₀ – 500 a 5000mg de peso vivo)	Azul intenso
IV	Pouco tóxicos (DL ₅₀ > 5000mg/kg de peso vivo)	Verde intenso

Fonte: CORDEIRO (2013).

A classificação dos agrotóxicos conforme o grau de perigo que representam pode ser vista na tabela 2:

Tabela 2 – Classificação dos agrotóxicos segundo o perigo, de acordo com a recomendação da Organização Mundial de Saúde.

Classe		DL ₅₀ para o rato (mg/kg de peso corpóreo)			
		Oral		Dérmica	
		Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
Ia	Extremamente perigoso	5 ou menos	20 ou menos	10 ou menos	40 ou menos
Ib	Altamente perigoso	5 – 50	20 - 200	10 - 100	40 – 400
II	Moderadamente perigoso	50 – 500	200 - 2000	100 – 1000	400 - 4000
III	Levemente perigoso	>500	>2000	>1000	>4000

Fonte: IPCS (2005).

2.2 EPI'S RECOMENDADOS PARA A APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS

A atividade de aplicação de agrotóxicos possui uma peculiaridade importante, pois provavelmente é a única atividade em que a contaminação do ambiente de trabalho é intencional. Esse paradigma torna a utilização de agrotóxicos uma área de alto risco e de difícil tratamento quanto aos aspectos de segurança do trabalho. Diante dessas condições, em que não se pode evitar a contaminação proposital do ambiente ocupacional, as medidas individuais, tais como o uso de EPI's ganham fundamental relevância, porém o controle do risco não deve se ater a essas medidas (GARCIA, 2001 apud GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

A Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) considera Equipamento de Proteção Individual – EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos susceptíveis de ameaça a segurança e a saúde no trabalho (BRASIL, 1978).

Tanto a NR-6 como a NR-31 listam uma série de equipamentos para proteção individual em trabalhos na agricultura, dentre estes o SENAR (2004) aponta os que devem ser usados para aplicação de agrotóxicos e suas características, que são:

a) Vestimentas (calça e jaleco)

- Devem ser tratados com hidrorrepelentes;
- A calça deve ter um reforço extra na perna com material impermeável;

b) Botas

- Devem ser de PVC, de preferência brancas.

c) Avental

- Deve ser de material impermeável de fácil fixação nos ombros;
- Seu comprimento deve ser até a altura dos joelhos, na altura da perneira

da calça.

d) Respiradores (máscaras)

e) Viseira

- Deve ser de acetato com boa transparência, forrada com espuma na testa e revestida com viés para evitar cortes.

f) Boné árabe

- Feito em tecido de algodão tratado para tornar-se hidrorrepelente.

g) Luvas

- As mais recomendadas são as de borracha nitrílica ou neoprene.

A NR 31, que versa sobre a segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura, estabelece que o empregador rural ou equiparado deve oferecer capacitação sobre prevenção de acidentes com agrotóxicos a todos os trabalhadores expostos diretamente. Essa capacitação envolve o uso correto dos EPI's, já que o conteúdo mínimo deve abranger: maneiras de exposição direta e indireta aos agrotóxicos; sinais e sintomas de intoxicação e primeiros socorros; rotulagem e sinalização de segurança; medidas higiênicas durante e após o trabalho; uso de vestimentas e equipamentos de

proteção individual; limpeza e manutenção das roupas, vestimentas e EPI's (BRASIL, 2005).

Os equipamentos, para serem legal e tecnicamente considerados EPI's, devem possuir um certificado de aprovação, representado pela sigla C.A., o qual é expedido pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Tal certificado garante que o equipamento é registrado junto ao órgão controlador, procedimento que implica no fornecimento de uma série de documentos por parte do fabricante ou importador ao órgão registrante, dentre eles um memorial descritivo do EPI, com suas características técnicas principais, lista de materiais empregados, uso a que se destina, bem como um laudo de ensaio do EPI emitido por laboratório credenciado pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Esses ensaios devem seguir normas técnicas nacionais e internacionais, e tem como objetivo simular em laboratório as condições de uso dos EPI's, avaliando sua capacidade de proteção e controle dos riscos a que se propõem a minimizar (GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

Porém, para as vestimentas de proteção destinadas à aplicação de agrotóxicos, esse procedimento não é integralmente seguido. Segundo Francischini (2009), mesmo o trabalho com agrotóxicos tendo como medida preventiva contra exposição dérmica apenas o uso de vestimentas ou EPI's, estes não são avaliados em laboratório ou em campo quanto à eficiência, modelagem, descontaminação e vida útil. Isso se deve ao fato de que não existem laboratórios nacionais padronizados credenciados para testar a qualidade dos EPI's, fazendo com que os trabalhadores não estejam adequadamente protegidos contra o risco de intoxicação (FRANCISCHINI, 2009).

A inadequação de um EPI a determinadas condições de trabalho podem estar relacionadas a características que foram pensadas para que este forneça maior proteção ao usuário. Dificuldades operacionais tais como aumento de peso, menor conforto térmico e menor portabilidade do EPI, podem estar associadas às características projetadas para maior resistência à permeabilidade, ao choque elétrico ou ao calor (VEIGA et al., 2007).

2.3 CONTAMINAÇÃO POR AGROTÓXICOS

2.3.1 Riscos da contaminação por agrotóxicos

As principais vias de entrada do agrotóxico no corpo humano são: ocular, respiratória, dérmica e oral. Os agrotóxicos podem causar ânsia de vômito, dor de cabeça, dor nos olhos dentre outros sintomas. Na maior parte das operações que envolvem o trabalho com agrotóxicos, a exposição dérmica se constitui na rota de contaminação mais importante, devido aos derramamentos, respingos ou mesmo pelo contato com a névoa de pulverização (GARCIA e ALVES FILHO, 2005). Além disso, o risco de entrada pela pele é cinquenta vezes maior do que pela via respiratória (nariz) (SENAR, 2004).

O momento da preparação da calda é o de maior risco ao aplicador, pois se faz o uso do produto puro (SENAR, 2004), mais concentrado. Outra causa importante de contaminação é fenômeno chamado de deriva, que é o deslocamento da calda de produtos fitossanitários para fora do alvo desejado, o que ocorre pela ação do vento, escorrimentos ou pela volatilização do diluente e do produto (SENAR, 2004).

A seguir são apresentadas algumas considerações sobre pesquisas que tiveram como objeto o risco da contaminação por agrotóxicos e seus efeitos.

A pesquisa de Bedor et al. (2009), que teve como objetivo conhecer o contexto social e econômico na fruticultura do Vale do São Francisco relacionado aos quadros de intoxicação por agrotóxicos, identificou como principais sintomas a dor de cabeça, irritação na pele e tontura. Sobre o tempo de exposição, dos trabalhadores que apresentaram sintomas, 78% faziam uso de agrotóxicos há cerca de 10 a 30 anos, e a frequência de uso em 65% dos casos era de no mínimo quatro vezes por mês (BEDOR et al., 2009).

Um estudo realizado em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, Estado do Rio de Janeiro, a cerca dos efeitos da exposição múltipla a agrotóxicos em uma amostra representativa de 102 pequenos agricultores, de ambos os sexos, revelou, por meio de exames toxicológicos, episódios leves a moderados de intoxicação

aguda aos organofosforados descritos pelos agricultores ou observados durante o exame clínico; 12,8% foram também diagnosticados com quadros de neuropatia tardia e 28,5% com quadros de síndrome neurocomportamental e distúrbios neuropsiquiátricos associados ao uso crônico de agrotóxicos. Esse panorama mostra um grave prejuízo para as funções vitais desses trabalhadores, especialmente por se encontrarem em uma faixa etária jovem e período produtivo da vida (ARAÚJO et al., 2007).

Um estudo de delineamento transversal foi realizado entre os trabalhadores rurais dos municípios de Antônio Prado e Ipê, na Serra Gaúcha, com o objetivo de construir um perfil da exposição aos agrotóxicos e analisar a incidência de intoxicações por estes produtos. A pesquisa demonstrou que entre 1.379 agricultores, a incidência anual de intoxicações por agrotóxicos foi de 2,2 episódios para cada cem trabalhadores expostos (FARIA et al., 2004).

Um estudo descritivo com 290 agricultores da fruticultura do município Bento Gonçalves, Estado do Rio Grande do Sul, mostrou que 4% relataram intoxicações por agrotóxicos nos 12 meses anteriores à pesquisa e 19% em algum momento da vida, mesmo com a maioria dos trabalhadores ($\geq 94\%$) usando equipamentos de proteção durante as atividades com agrotóxicos. Entre os trabalhadores que tinham feito uso de organofosforados nos dez dias anteriores ao exame, 2,9% apresentaram dois ou mais sintomas relacionados aos agrotóxicos, assim como redução de 20% da colinesterase (FARIA, ROSA e FACCHINI, 2009).

Uma investigação, com 317 agricultores, sobre a relação entre os EPI's e o risco de contaminação por agrotóxicos em lavouras de morango no sul de Minas Gerais identificou um percentual de 62,5% que informaram já ter sofrido sintomas relacionados ao uso desses produtos, sendo os sintomas mais citados: cefaléia (18,0%), tontura (9,1%), enjôo (4,1%). A frequência de uso de EPI foi de 65,2% entre os 207 trabalhadores que atuavam na preparação do agrotóxico, e 67,5% entre os 308 aplicadores. A respeito da última pulverização, 59,0% responderam que não o fizeram com uso de EPI, enquanto 233 indivíduos (73,5%) não faziam uso dos EPI ou o faziam de maneira esporádica. A principal justificativa para este comportamento era por não acharem necessário. Máscara, luvas e avental foram citados como os equipamentos mais empregados no preparo; e máscara, luvas, calças e botas na aplicação. 31,5% dos agricultores testemunharam a ocorrência de intoxicações que

demandaram atendimento médico, e 1,9% conheceram pessoas que levadas a óbito devido à intoxicação por agrotóxicos (MESQUITA FILHO e PEREIRA, 2011).

O estudo de Baldi et al. (2006) investigou a contaminação por pesticidas entre trabalhadores de vinhedos na França, mediante monitoramento da contaminação pelas vias dérmica e respiratória.

A contaminação dérmica foi identificada com a análise de amostras de gaze de algodão cirúrgico de 10 cm x 10 cm, apoiadas com uma folha de alumínio e colocadas sobre 11 pontos na pele no trabalhador, sob a roupa, antes de cada atividade. A contaminação de cada parte do corpo foi obtida por meio da multiplicação da concentração de pesticida nas amostras (em microgramas por centímetro quadrado) pela área de superfície da peça. A soma dos valores de cada parte do corpo resultou na contaminação por via dérmica para cada tarefa específica (BALDI et al., 2006).

Os resultados mostraram uma contaminação dérmica de em média 40,5 mg de substância ativa por dia para os operadores de trator, 68,8 mg para trabalhadores com pulverizador costal e 1,3 mg para trabalhadores do vinhedo. A maioria da contaminação foi observada nas mãos, sendo 49% na atividade de mistura do pesticida e 56,2% na pulverização. A contaminação pela via respiratória correspondeu a 1,1% do total. Foi verificado ainda que os equipamentos de proteção individual foram responsáveis por apenas um decréscimo limitado da contaminação. Nem todos os trabalhadores utilizavam EPI (BALDI et al., 2006).

Nota-se uma variedade de sintomas e grande incidência de casos de intoxicação no meio agrícola devido ao uso de pesticidas, cujos riscos vão de leve mal estar até o óbito, sinalizando que maior atenção deve ser dada a essa situação e a essa parcela da população exposta ocupacionalmente a agentes tóxicos.

2.3.2 Fatores intervenientes

Os fatores intervenientes na contaminação por agrotóxicos são decorrentes de um panorama complexo, composto pelo modelo de produção agrícola adotado e difusão da tecnologia sem abordagem dos riscos e sem considerar o despreparo

para controlá-los, grande disponibilidade e fácil acesso aos produtos perigosos, indução ao uso excessivo por parte de vendedores e propagandas, difícil acesso à informação técnica pelo usuário, condições precárias de trabalho, política agrícola instável, fatores socioeconômicos, más condições básicas de educação, moradia e relações de trabalho. Se ao tratar das questões inerentes ao impacto à saúde provocado pelo uso do agrotóxico como um problema de mau uso, a responsabilidade pela contaminação (ambiental, dos alimentos e pessoal) estará sendo transferida apenas ao aplicador. Diante disso, surge a dúvida se apenas o cumprimento das medidas de proteção individual são suficientes para evitar a intoxicação (GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

a) Fator humano

Diversos fatores relacionados à variável humana podem afetar a eficácia de proteção de um EPI ou vestimenta de proteção, como por exemplo: capacidade de compreender a rotulagem dos produtos químicos, condições de saúde que podem predispor à intoxicação, forma de higienização corporal após o uso do agrotóxico, modo de limpeza dos EPI's e vestimentas, forma de manuseio do material tóxico, maneiras de vestir e despir a vestimenta (sobretudo após o uso, quando a roupa está contaminada), dentre outros.

Existem variáveis culturais, sociais, econômicas e psicológicas que afetam a forma como o indivíduo percebe o risco em seu ambiente ocupacional. Isso contribui para o estabelecimento de estratégias de adaptação, em que o trabalhador aprende a conviver com o risco tentando reduzir a ansiedade diante dessa situação insegura (GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

O estudo de Bedor et al. (2009) teve como objetivo conhecer o contexto social, econômico e cultural bem como a morbidade relacionada com intoxicação por agrotóxicos na fruticultura do Vale do São Francisco. Os autores identificaram uma maioria entre os trabalhadores rurais que possui baixo grau de escolaridade, o que implica em uma maior vulnerabilidade à exposição aos químicos, pois esses trabalhadores têm maior dificuldade na compreensão das informações e instruções contidas na rotulagem dos agrotóxicos e aspectos toxicológicos e ambientais. A sintomatologia apontada como sugestiva de intoxicação por agrotóxicos está

relacionada a quadros de exposição à organofosforados, carbamatos e piretróides, juntamente com biocidas utilizados na fruticultura. O estudo concluiu ainda que 7% da população analisada relataram ter sofrido ao menos um caso de intoxicação ao longo da vida, sendo que o uso incompleto ou o não uso de EPI estava associado a essa intoxicação (BEDOR et al., 2009).

Observa-se, ainda, que fatores de ordem econômica e social tendem a afetar a tomada de decisões em detrimento à saúde e segurança do trabalhador, pois muitas vezes o usuário do agrotóxico abre mão da compra dos EPI's devido aos custos do mesmo, embora o próprio custo do agrotóxico seja um grande contribuinte do seu custo de produção, a compra deste prevalece sobre a compra do EPI (GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

- Manuseio do agrotóxico e dos EPI's

A aplicação de agrotóxicos e limpeza (pós uso), quando feitos de forma inadequada, podem levar trabalhadores utilizando EPI's a se contaminarem mais do que os que não usam, conforme apontado por Veiga et al. (2007).

Algumas medidas durante a aplicação contribuem para a maior efetividade da proteção. Por exemplo, utilizar os EPI's indicados, aplicar o produto nos horários de temperatura mais amenas, evitando maior estresse térmico pelo uso da vestimenta de proteção e reduzindo a absorção dérmica do agrotóxico depositado sobre a pele, já que a mesma é potencializada pelo calor, devido à abertura de poros e formação de camadas de suor na pele, servindo como porta de entrada para os químicos. Também, deve-se evitar beber, comer ou fumar durante a aplicação, nunca desentupir bicos ou mangueiras com a boca, não permitir a entrada de pessoas estranhas, crianças e animais nas áreas de pulverização, nunca deixar abertas as embalagens, tambores e equipamentos contendo agrotóxicos, promover a imediata limpeza do corpo, troca de roupas e EPI's, bem como após fazer descontaminação da área atingida e limpeza em casos de vazamentos acidentais, ficar atento às condições climáticas (GARCIA e ALVES FILHO, 2005), pois podem favorecer a deriva.

- Lavagem do EPI e limpeza pessoal

A higienização correta dos EPI's é fator fundamental à proteção do trabalhador que manuseia agrotóxicos. O procedimento adequado deve ser empregado para garantir a eficiência da limpeza.

O SENAR (2004) recomenda o seguinte procedimento de lavagem das vestimentas de proteção, que deve ser feito ao final do dia de trabalho:

- Os EPI's devem ser lavados separadamente das demais roupas (comuns);
- Quem faz a lavagem deve usar luvas;
- Enxaguar com bastante água corrente para diluir e remover os resíduos da calda de agrotóxicos;
- Não esfregar;
- A lavagem deve ser executada com cuidado, utilizando sabão neutro (exemplo: sabão de coco);
- As vestimentas não devem ser deixadas de molho;
- Em seguida, as peças devem ser bem enxaguadas de modo a remover todo o sabão;
- Nunca deve ser usado alvejante, pois este danifica a resistência do tecido;
- As botas, luvas e viseiras devem ser enxaguadas com água em abundância após cada uso;
- Guardar os EPI's em local apropriado, separado da roupa comum, para evitar contaminação;
- Os respiradores devem ser guardados em sacos plásticos limpos;
- Fazer a revisão periódica dos EPI's e os substitua quando estiverem danificados.

O mesmo procedimento de lavagem é recomendado pela FUNDACENTRO (SANTOS e MONTEIRO, 2000), acrescentando ainda que a lavagem deve ser leve, procurando não esfregar e não traumatizar as fibras do tecido, preocupando-se apenas em retirar a película de névoa agrotóxica depositada sobre o tecido durante o uso, para que a repelência resista por até 30 lavagens.

As luvas devem ser lavadas ao final da limpeza dos EPI's, procedimento que deve ser feito antes de tirá-las (GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

É importante também a higienização pessoal após o uso do agrotóxico. O SENAR (2004) indica que o aplicador tome banho com bastante água e sabão depois da aplicação, lavando bem o couro cabeludo, axilas, unhas e regiões genitais, e, após, vista roupa limpa. Além disso, é importante sempre lavar bem as mãos e o rosto antes de comer, beber ou fumar, manter a barba bem feita e unhas e cabelos bem cortados SENAR (2004), pois são fontes potenciais de acúmulo e contaminação com os produtos tóxicos.

Após lavar intensamente as partes do corpo que possam ter sido contaminadas, o aplicador deve tomar banho, trocar de roupa e providenciar a lavagem desta. Além disso, deve ser mantido um registro sobre quem foi o aplicador, que produto e em que quantidades utilizou, a área e data, para que esses dados possam ser consultados em caso de doenças ou intoxicações. Também é importante estabelecer um local específico para que os trabalhadores possam tomar banho após a aplicação dos produtos tóxicos, lavar-se e trocar de roupa, pois este local não deve ser dentro de moradias de família. Ainda, as roupas comuns devem ficar em um local limpo para vestir após o banho, já as de trabalho devem ser lavadas após cada aplicação separadamente das roupas comuns (podem ser colocadas em sacos plásticos até a lavagem, que deve ser imediata), e nunca devem entrar nas casas dos trabalhadores, pois neste caso a contaminação pode ser levada para as residências. Para que o procedimento de limpeza possa ser empregado, água limpa deve ser disponibilizada ao trabalhador, podendo ser acondicionada em tambores limpos e tampados, além de sabão em barra/sabonete e toalhas limpas (GARCIA e ALVES FILHO, 2005). Cabe ressaltar que por roupa comum entende-se a roupa que é colocada por baixo da vestimenta de proteção.

- Susceptibilidade individual

Alguns fatores biológicos podem interferir no risco de intoxicação, dentre os quais é possível citar: idade, peso, sexo, características genéticas, condições de saúde, condições de nutrição e metabólicas, estas relacionadas ao esforço físico. Deficiências nutricionais, tais como as protéicas, podem potencializar os efeitos tóxicos de alguns agrotóxicos, bem como a desidratação pode aumentar a susceptibilidade à intoxicação por inibidores de colinesterase (FERNÍCOLA e

JAUGE, 1985; HAYES e LAWS, 1992; WHO, 1990 apud GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

b) Fatores ambientais

Existem fatores inerentes ao ambiente de trabalho que podem influenciar a toxicidade de um composto químico, tais como a temperatura e a umidade, que podem afetar as propriedades físico-químicas das substâncias, a exemplo da solubilidade, estabilidade, pressão de vapor e reatividade química (GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

c) Qualidade do material e eficácia do EPI

Um determinante da eficácia da proteção oferecida por um equipamento de proteção individual é a qualidade do mesmo. Porém, há uma série de dificuldades e limitações quanto aos EPI's aplicados às atividades agrícolas, pois não existem normas nacionais e internacionais para ensaios que simulem o desempenho de um EPI durante o trabalho na agricultura. Outro fator, é que as condições climáticas como as do Brasil, somadas ao esforço físico despendido nas atividades praticamente inviabiliza o emprego da impermeabilização de todas as partes do corpo como indicação de proteção (GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

A eficiência e adequação dos EPI's utilizados na manipulação e aplicação de agrotóxicos foram objeto de estudo de Veiga et al. (2007), que utilizaram dois casos como parâmetros: uma cultura de tomate em uma pequena comunidade rural do Brasil e uma vinicultura na França. As evidências encontradas mostraram que os EPI's, em ambos os casos, não só foram insuficientes para proteger os trabalhadores como também foram fontes de contaminação, aumentando o risco ocupacional decorrente. Foi levantada a possibilidade de lacunas funcionais nos projetos dos EPI's, na concepção, no uso e manutenção, no armazenamento e descarte desses materiais. O resultado, talvez, mais alarmante dessa pesquisa é que as pessoas que faziam uso do EPI poderiam ser mais contaminadas do que as não protegidas. Para essa constatação, o método utilizado consistiu na análise de gases colocadas sobre a pele do trabalhador, sob o EPI, em termos de miligramas

de matéria ativa depositada, ou seja, avaliou quanto pesticida penetrou pela vestimenta atingindo a superfície dérmica do agricultor (VEIGA et al., 2007).

No final de 2006, Baldi et al. (2006 apud VEIGA et al., 2007), em conjunto com um fabricante de agrotóxicos, analisaram a permeabilidade de uniformes de proteção contra contaminação com agrotóxicos, que resultou na iniciativa da empresa química em desenvolver um serviço de proteção contra um herbicida potencialmente tóxico, utilizado na cultura francesa de banana. Na primeira fase de desenvolvimento foi realizada uma série de testes de permeabilidade, pelo Instituto Têxtil Francês (IFTH), em diferentes tipos de vestimentas recomendadas para manipulação do herbicida citado. Os resultados foram alarmantes, indicando o fenômeno da permeabilidade como fator preponderante na ineficácia dos EPI's. O herbicida puro depositado sobre o tecido de uma vestimenta nova passou pelo mesmo em um minuto (conforme protocolo de teste EM 374-3 de 2004), de forma análoga a outros testes do tipo realizados com outros herbicidas produzidos pela mesma empresa. Já no teste com aerossóis dos mesmos herbicidas, estes penetraram pelo tecido das vestimentas em menos de dez minutos. A inadequação dos EPI's pode estar relacionada ao fato de que os mesmos não foram desenvolvidos para uso na agricultura e sim adaptados da indústria, não tendo sido testados para os compostos utilizados nas atividades agrícolas. Tais fatos sugerem uma necessidade urgente de normativas que versem sobre EPI's específicos para a agricultura, iniciativas já verificadas na Alemanha (norma DIN 32781) e na Holanda (VEIGA et al., 2007).

2.4 NORMAS E REQUISITOS DE QUALIDADE PARA OS EPI'S

Mesmo diante da relevância dos EPI's e vestimentas de proteção na prevenção contra a contaminação por agrotóxicos, não foi identificado no Brasil um laboratório independente que realize a análise e adequação das tecnologias referentes aos EPI's. Os laboratórios existentes são credenciados pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e se limitam à atuação em testes padrão que visam à emissão do certificado de aprovação, necessário para permitir a produção e

comercialização dos EPI's no Brasil, condicionada apenas à assinatura de um termo de responsabilidade. No entanto, não há realização de testes de eficácia de proteção e nem sequer existem padrões para conforto térmico ou para permeabilidade (VEIGA et al., 2007).

A eficácia dos EPI's deveria ser avaliada mediante a avaliação do local de trabalho, obtenção de amostras de candidatos a EPI, teste das amostras obtidas, seleção do melhor produto e monitoramento do seu uso no local de trabalho. Na agricultura essas ações são raras, dada a complexidade e variações do ambiente de trabalho (diferentes tipos de pulverizadores, culturas distintas, condições climáticas, dentre outras), resultando nas limitações impostas ao desenvolvimento dos EPI's específicos para essas atividades. Faz-se urgente a padronização ou normatização dos sistemas de avaliação da exposição, para que os dados de diferentes regiões possam ser comparáveis e para criação de um banco de dados com diferentes cenários de exposição na agricultura brasileira, a exemplo do PHED (*Pesticide Handler Exposure Database*) dos Estados Unidos, aplicado a diferentes áreas, e que permite a previsão da exposição para análise de riscos, necessária ao desenvolvimento de novos EPI's ou registro de novos agrotóxicos, bem como a indicação do EPI mais adequado a cada situação (RAMOS e YANAI, 2008).

A norma *ISO 4920:2012 - Textile fabrics - Determination of resistance to surface wetting (spray test)*, versa sobre a determinação da resistência da superfície de tecidos ao molhamento (teste de pulverização). O *spray test* é preconizado como padrão internacional para determinar a resistência de qualquer tecido o qual tenha ou não recebido acabamento para resistência ou repelência à água. Cabe ressaltar que esse procedimento não se destina ao uso na predição da resistência à penetração de água de chuva pelo tecido, pois este ensaio não mede a penetração da água (ISO, 2012).

O procedimento descrito pela norma ISO 4920:2012 consiste em pulverizar um volume específico (250 ml) de água destilada ou deionizada em uma amostra de teste (tecido que se pretende avaliar) colocada em um anel (uma espécie de bastidor) sob um ângulo de 45°, de modo que o centro da amostra fique a uma distância específica abaixo do bocal de pulverização. A classificação da pulverização é obtida pela comparação da aparência da amostra com padrões e fotografias descritivas. A norma preconiza ainda que devam ser utilizadas no mínimo três

amostras, cada uma com no mínimo 180 mm² de área, obtidos em diferentes pontos do tecido a ser analisado, de modo a melhor representar a totalidade do tecido. Não devem ser retiradas amostras de partes do tecido que contenham vincos ou marcas de dobras (ISO, 2012).

Semelhante à norma ISO 4920:2012, a norma *AATCC Test Method 22-2005*, proposta pela *American Association of Textile Chemists and Colorists*, estabelece um procedimento para avaliar a repelência à água, o *spray test* (AATCC, 2005). O aparato de teste é o mesmo descrito pela norma ISO 4920:2012, e está ilustrado na Figura 1.

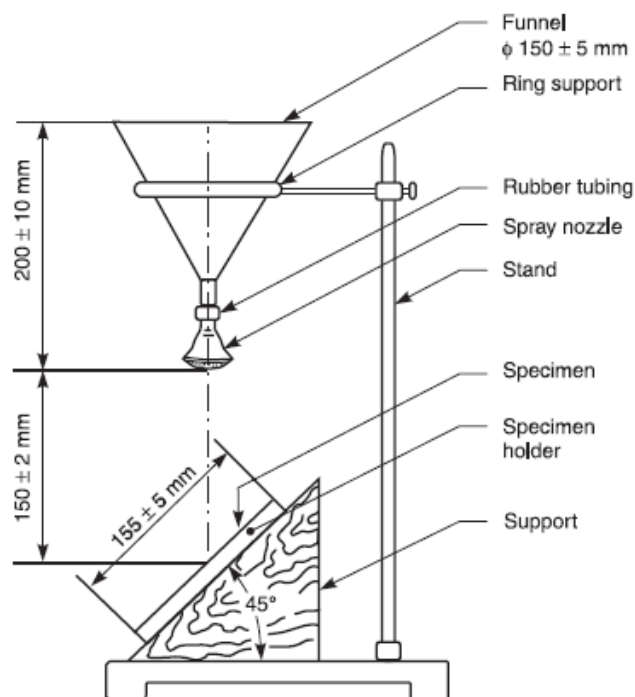


Figura 1 - Detalhes do *spray tester* proposto pela AATCC

Fonte: AATCC (2005).

O método consiste em pulverizar água contra a superfície estendida de uma amostra de teste sob condições controladas, produzindo um padrão de molhamento cujo tamanho depende da capacidade de repelência do tecido. A avaliação é feita mediante a comparação do padrão de molhamento com imagens de um gráfico padrão. Este método também não se aplica à predição da resistência à penetração

de água de chuva pelo tecido, pois este ensaio não mede a penetração da água, parâmetro que pode ser observado pelo método proposto na norma *AATCC Method 35 – Water Resistance: Rain Test* (AATCC, 2005).

O método da norma *AATCC Test Method 22-2005* recomenda que sejam utilizadas três amostras de 180 mm x 180 mm, e que seja pulverizada sobre elas um volume de 250 ml de água destilada. A pulverização é feita despejando a água dentro de um funil, passando após por um chuveirinho, que deve estar centralizado com o tecido, e este colocado em um ângulo de 45° (AATCC, 2005).

Após a pulverização, deve-se comparar o padrão de molhamento ou de mancha obtido com o gráfico de classificação, conforme a Figura 2 (AATCC, 2005).

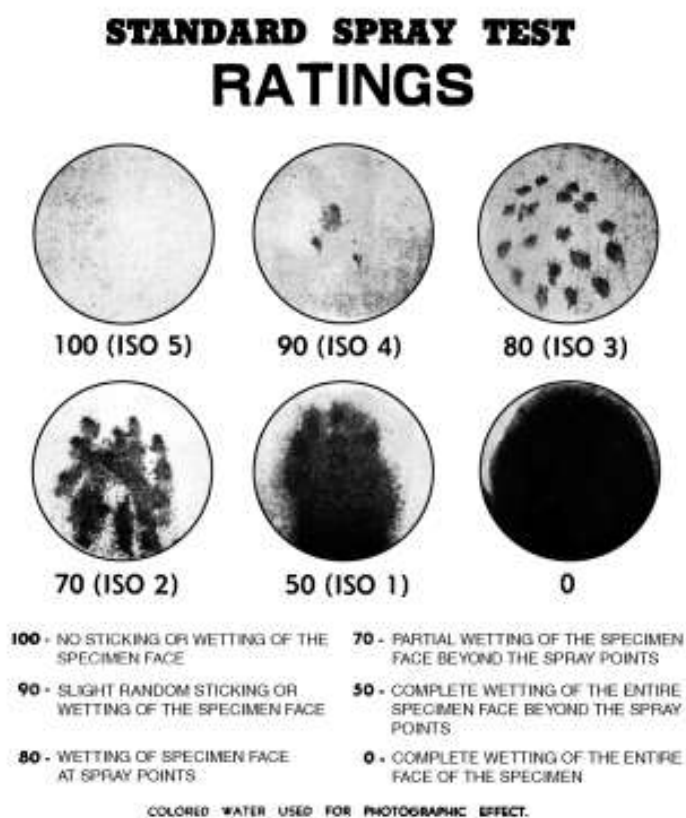


Figura 2 – Gráfico de classificação do *spray test*

Fonte: AATCC (2005).

A AATCC também normatiza o teste de repelência ao óleo, por meio da norma *AATCC Test Method 118-1997 – Oil repellency: hydrocarbon resistance test*, que equivale tecnicamente à norma ISO 14419. A repelência ao óleo pode ser

entendida como a característica de uma fibra, fio ou tecido que proporciona resistência ao molhamento por líquidos oleosos. Essa norma da AATCC traz o método para detecção da presença de acabamento fluoroquímico ou outros compostos capazes de transmitir uma baixa energia superficial em todos os tipos de tecidos, avaliando a resistência do tecido ao molhamento por meio de uma série específica de hidrocarbonetos líquidos de diferentes tensões superficiais (AATCC, 1997), conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Líquidos - Padrão para teste de repelência ao óleo

Hidrocarboneto	Graduação
Óleo Mineral Refinado	1
Óleo Mineral Refinado / n -Hexadecano35% por volume a 2°C	2
n - Hexadecano	3
n - Tetradecano	4
N - Dodecano	5
N - Decano	6
N - Octano	7
N - Heptano	8

Fonte: SANTOS e MONTEIRO (2000).

O princípio do método AATCC 118-1997 é colocar gotas de líquidos de teste padrão, selecionados entre uma série de hidrocarbonetos líquidos de diferentes tensões superficiais, sobre a superfície do tecido e observar o molhamento, absorção e ângulo de contato. A norma recomenda o uso de duas amostras de cada tecido a avaliar, de aproximadamente 20 cm x 20 cm, e que cada gota aplicada seja observada por mais ou menos 30 segundos a um ângulo de 45° (AATCC, 1997).

O procedimento inicia com a aplicação de gotas do hidrocarboneto de menor numeração. Se não ocorrer molhamento ou penetração no tecido e nem manchas ao redor da gota, novas gotas de outros hidrocarbonetos de mais alta numeração vão sendo colocadas sequencialmente em um local adjacente à gota anterior na amostra, para posterior observação. O procedimento é repetido até que o líquido de teste mostre molhamento ou manchas óbvias embaixo ou ao redor da gota (AATCC, 1997).

O grau de repelência ao óleo é obtido pela identificação do líquido de teste de número mais alto que não molhou o tecido, conforme a Figura 3 (AATCC, 1997).

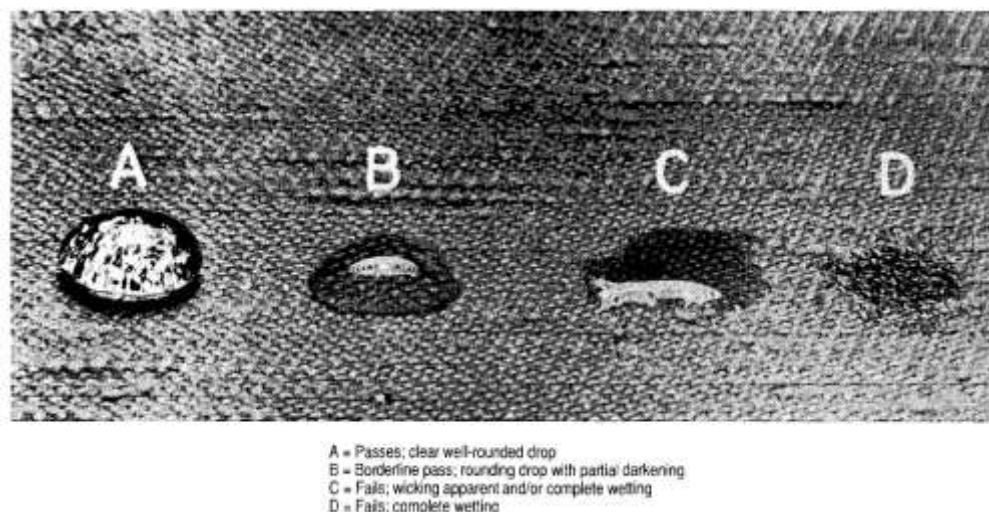


Figura 3 – exemplo de classificação do teste de repelência ao óleo

Fonte: AATCC (1997).

Uma falha ocorre quando três ou mais de cinco gotas aplicadas mostram completo molhamento ou mancha com perda de ângulo de contato. A aprovação no teste (*pass*) ocorre se três ou mais de cinco gotas aplicadas mostram claramente aparência bem arredondada com alto ângulo de contato. O grau de repelência é expresso pelo valor inteiro do líquido de teste imediatamente anterior ao líquido que originou a falha no teste. Se as duas amostram coincidem no resultado, o valor obtido é reportado, do contrário, uma terceira amostra deve ser analisada. Deve ser reportado o valor da terceira análise se esta combina com as primeiras; se a terceira for diferente das outras duas, deve ser tomado o valor da mediana como resultado (AATCC, 1997).

A norma ISO 16602 (ISO, 2007 apud FRANCISCHINI, 2009) define a classificação e os ensaios mínimos para materiais e roupas destinadas à proteção química, sendo que a avaliação da eficiência começa com a seleção dos materiais a serem utilizados na manufatura da vestimenta mediante ensaios de laboratório (testes de resistência à permeação, penetração, retenção e repelência de líquidos), cujos resultados servem para selecionar e classificar a eficiência dos materiais

hidrorrepelentes e impermeáveis. Com os materiais selecionados são confeccionadas as vestimentas, que são também avaliadas em laboratório e em campo, visando à utilização adequada por parte dos trabalhadores (FRANCISCHINI, 2009).

A norma ISO 16602 também descreve e classifica as vestimentas utilizadas no trabalho com agroquímicos (ISO, 2007 apud FRANCISCHINI, 2009) conforme abaixo:

- a) vestimentas utilizadas no trabalho com agrotóxicos – roupa de proteção química contra “jatos-líquidos” (Tipo 3);
- b) roupa de proteção química contra “névoas-líquidas” (tipo 4); e
- c) roupa de proteção química com “performance limitada” de proteção contra líquidos químicos” (tipo 6).

A norma ISO 13994:2005 - *Clothing for protection against liquid chemicals — determination of the resistance of protective clothing materials to penetration by liquids under pressure*, descreve uma metodologia de laboratório que visa determinar a resistência de materiais utilizados na fabricação de vestimentas de proteção contra a penetração visível de líquidos químicos sob condições de contato contínuo do líquido e sob pressão (ISO, 2005).

A norma ISO 22608:2004 - *Protective clothing — Protection against liquid chemicals — Measurement of repellency, retention, and penetration of liquid pesticide formulations through protective clothing materials*, traz um método para medir a repelência, retenção e penetração de um volume conhecido de pesticida líquido aplicado a vestimentas de proteção. Esta técnica visa avaliar o desempenho relativo dos EPI's sob dois níveis de contaminação: baixo nível de contaminação (conseguido com a aplicação de 0,1 ml de formulação líquida) e alto nível de contaminação (aplicação de 0,2 ml). Este método não se aplica à avaliação da resistência à permeação ou degradação (ISO, 2004).

A norma ISO 17491-4:2008 - *Protective clothing — Test methods for clothing providing protection against chemicals — Part 4: Determination of resistance to penetration by a spray of liquid (spray test)*, estabelece métodos para determinação da resistência de vestimentas de proteção química a penetração por pulverização de líquidos químicos em dois níveis de intensidade, conforme o risco da exposição (baixo ou alto nível de *spray test*) (ISO, 2008).

A norma ISO 27065:2011 – *Protective clothing — Performance requirements for protective clothing worn by operators applying liquid pesticides*, estabelece requisitos mínimos de desempenho, classificação e rotulagem para vestimentas de proteção utilizadas por trabalhadores que aplicam pesticidas líquidos diluídos em água, incluindo camisas, jaquetas, calças, macacões dentre outras, assim como acessórios de proteção, excluindo aqueles utilizados para proteção da cabeça, mãos e pés (ISO, 2011).

Para que cada norma tenha a correta aplicação, é importante conhecer o significado de cada termo empregado ao fenômeno do molhamento nas vestimentas de proteção.

A penetração é o termo utilizado para descrever um fluxo de um líquido através de fechamentos (poros), materiais porosos, costuras e buracos ou outras imperfeições em um material de vestimenta de proteção a um nível não-molecular. Já a permeação é um processo combinado de difusão molecular de um produto químico por meio de um material sólido formando o todo ou parte da vestimenta, e a sua desorção em um meio específico (ISO, 2005). Assim, a permeabilidade é o termo aplicado ao movimento das moléculas de agrotóxicos, ou seja, uma análise a nível molecular.

A hidrorrepelência é capacidade dos materiais de impedirem a penetração das moléculas de agrotóxicos pelos poros, emendas, costuras ou outras imperfeições da roupa de proteção, em nível não molecular (SHAW et al., 2001 apud FRANCISCHINI, 2009).

Logo, a repelência, a retenção e penetração dos agrotóxicos nos materiais com acabamento hidrorrepelente são características que podem medir a capacidade de proteção dos materiais contra agrotóxicos líquidos, parâmetros que podem ser testados com o procedimento preconizado na norma F 2130 da ASTM, publicada em 2001, ou o teste da norma ISO 6530 de 2005. Para os materiais não porosos, impermeáveis, o teste de eficácia pode ser por meio da aplicação do teste da norma F 739 da ASTM, datada de 1999 ou da norma ISO 6529 de 2001 (FRANCISCHINI, 2009).

Cabe ressaltar que é a hidrorrepelência de vestimentas que este trabalho se propôs a avaliar.

A preocupação a cerca da qualidade dos EPI's destinados ao trabalhador da agricultura deu origem ao QUEPIA (Programa IAC de Qualidade em Equipamento de Proteção Individual na Agricultura), uma iniciativa do Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônomo de Campinas (CEA/IAC), em parceria com a Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (FUNDAG) e com fabricantes de vestimentas de proteção individual. Esse programa teve como motivação o fato de que tem sido verificada uma variação significativa na qualidade dos EPI's no mercado, que é o caso das vestimentas de proteção contra riscos químicos na aplicação de agrotóxicos. Essa variação é decorrente da falta de normas nacionais e internacionais que orientem a seleção de EPI's bem como a escolha de materiais utilizados na sua concepção (QUEPIA, 2008).

Os pesquisadores do IAC, dentro do programa QUEPIA e com apoio das empresas e órgãos financiadores, vêm estudando normas nacionais e internacionais que sejam passíveis de aplicação às vestimentas de proteção. O que se busca é a melhoria da qualidade da matéria-prima utilizada na confecção das vestimentas, com o desenvolvimento de novos materiais adequados à proteção da saúde do trabalhador e melhoria dos equipamentos existentes, bem como a certificação desses materiais. Um dos resultados desse programa é o Selo IAC de Qualidade, destinado inicialmente às vestimentas de proteção contra riscos químicos na agricultura. Porém este selo ainda não garante que a empresa que o possui fabrica EPI's conforme as normas de qualidade nacional e internacional, visto que estas ainda estão em estudo; o uso do selo visa neste momento indicar que a empresa se preocupa com a qualidade do EPI e com a segurança do trabalhador e investe para o avanço nesses aspectos. Futuramente, o selo implicará na certificação dos equipamentos e na auditoria periódica para manutenção dessa qualidade (QUEPIA, 2008).

O programa QUEPIA e demais envolvidos, em 2008, já trabalhavam na elaboração de uma norma para vestimenta de proteção para risco químico na agricultura, estudo feito junto à Comissão de Estudos CE-32:006.03 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), entregue em julho de 2008 para consulta pública. Esta proposta de norma, que se pauta nas normas ISO (internacionais), normas ASTM (americanas) e EM (européias), traz inovação ao propor padrões de qualidade para permeação, penetração, retenção e resistência

mecânica, tanto para a matéria-prima como para o produto final. Conforme o resultado atingido, o produto final ou a matéria-prima recebem uma classificação de seu grau de segurança. A evolução do programa previa em 2009 a aplicação dos padrões de qualidade da norma nas empresas filiadas ao QUEPIA, e, passando posteriormente por um sistema de certificação voluntário, seleção dos melhores candidatos a EPI e monitoramento do uso no local de trabalho (RAMOS e YANAI, 2008).

2.5 INTOXICAÇÕES POR AGROTÓXICOS NO BRASIL

Devido ao fato de que o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos, é sabido que o país possui um grande número de trabalhadores rurais potencialmente expostos à carga química dos agrotóxicos. Mesmo diante da magnitude da exposição, poucas são as informações disponíveis a cerca dos problemas advindos do uso maciço desses toxicantes. Estima-se um total de 15 milhões de pessoas expostas pelo trabalho no campo e que ocorrem de 150 mil a 200 mil intoxicações agudas ao ano (GARCIA, 2001 apud GARCIA e ALVES FILHO, 2005).

As fontes de informações a cerca da intoxicação por agrotóxicos se concentram em sistemas de registros tais como o SINITOX (Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas), o SIH/SUS (Sistema de Informações Hospitalares / Sistema Único de SAÚDE), a CAT (Comunicação de Acidente de Trabalho), o SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação) e, para dados de mortalidade, o SIM (Sistema de Informação sobre Mortalidade). Cabe salientar que tais registros se referem apenas aos casos agudos e mais graves (FARIA, FASSA e FACCHINI, 2007), indicando um sub-dimensionamento dos impactos à saúde pela contaminação por pesticidas. Ainda, mesmo para os casos agudos é grande o sub-registro, e os casos crônicos não são computados por nenhum dos sistemas citados (FARIA, FASSA e FACCHINI, 2007).

A tabela 4 mostra a quantidade de casos de intoxicação por agrotóxicos registrados pelo SINITOX no Brasil, no ano de 2010.

Tabela 4 - Casos registrados de intoxicação humana por agente tóxico no Brasil em 2010: agrotóxicos

Agente tóxico	Total (nº)	Percentual do total (%)
Agrotóxicos/Usos Agrícola	5463	5,29
Agrotóxicos/Usos Doméstico	2213	2,14

Fonte: Adaptado de MS / FIOCRUZ / SINITOX (2010).

Observa-se que além do uso agrícola, o agrotóxico é um produto muito utilizado no ambiente doméstico, cujos registros de intoxicação humana chegam a quase metade dos registrados para uso agrícola, fato este que desperta grande preocupação quanto à saúde dos indivíduos expostos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO DOS EPI'S A SEREM AVALIADOS

Foram selecionadas três vestimentas de proteção contra agrotóxicos para análise, sendo as três adquiridas no comércio local de Irati, Paraná. Foram objeto de análise as calças e os jalecos.

As vestimentas de proteção, para bomba costal, foram denominadas: A, B e C, e podem ser vistas nas imagens abaixo (Fotos 1, 2 e 3). Cabe salientar que as vestimentas selecionadas possuem avental, o qual deve ser usado na frente no momento da preparação da calda agrotóxica e atrás durante a aplicação com bomba costal.



Foto 1 – Vestimenta de proteção A
Fonte: Autoria própria (2013).



Foto 2 – Vestimenta de proteção B
Fonte: Autoria própria (2013).



Foto 3 – Vestimenta de proteção C
Fonte: Autoria própria (2013).

A composição do tecido de cada vestimenta, conforme rotulagem, foi a seguinte:

- Vestimenta A: 65% algodão e 35% poliéster;
- Vestimenta B: 100% algodão;
- Vestimenta C: 60% algodão e 40% poliéster.

3.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DOS EPI'S

O método empregado nesta pesquisa para avaliar a hidrorrepelência das vestimentas de proteção indicadas para a aplicação de agrotóxicos foi o *spray test*, descrito na norma *AATCC Test Method 22-2005*, proposta pela *American Association of Textile Chemists and Colorists* (AATCC, 2005), e na norma *ISO 4920:2012 - Textile fabrics - Determination of resistance to surface wetting (spray test)*, teste este utilizado para determinar da resistência da superfície de tecidos ao molhamento, por meio da pulverização de água (ISO, 2012).

3.2.1 Preparo das amostras

Foram utilizadas amostras de 18 cm x 18 cm, obtidos em diferentes pontos da vestimenta, conforme Figura 4, de modo a representar a totalidade do tecido. Os tratamentos feitos foram: triplicata para amostras passadas a ferro após lavagens (4, 5 e 6), e triplicata para amostras não passadas a ferro após lavagens (1, 2 e 3) – os fabricantes recomendam que as vestimentas sejam passadas a ferro após as lavagens para reativar a capacidade de hidrorrepelência do tecido. Cada tratamento (triplicata passada e triplicata não passada) foi aplicado a três diferentes vestimentas, cuja seleção foi explicitada anteriormente, totalizando 18 amostras.

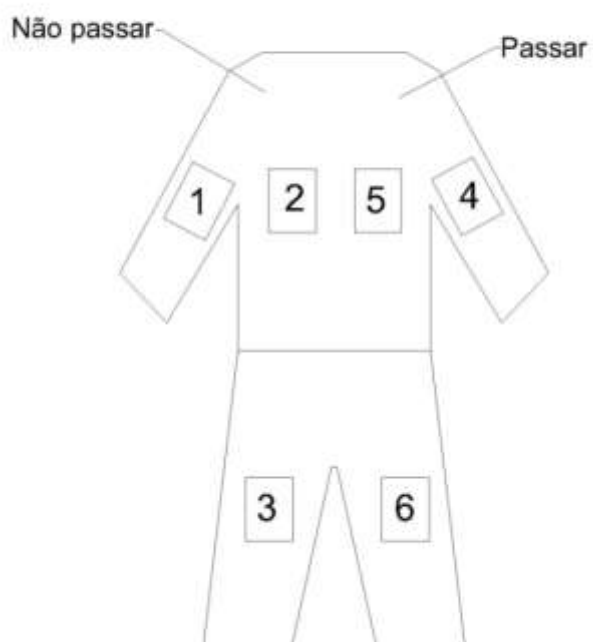


Figura 4 – Pontos de amostragem nas vestimentas
Fonte: Autoria própria (2013).

A foto 4 exemplifica a aparência das amostras de tecido obtidas nas vestimentas.



Foto 4 – Amostra de tecido: exemplo
Fonte: Autoria própria (2013).

3.2.2 Procedimento de avaliação da hidrorrepelência

O procedimento de avaliação da hidrorrepelência dos tecidos foi feito mediante o uso de um aparato de teste, conforme a Figura 5.

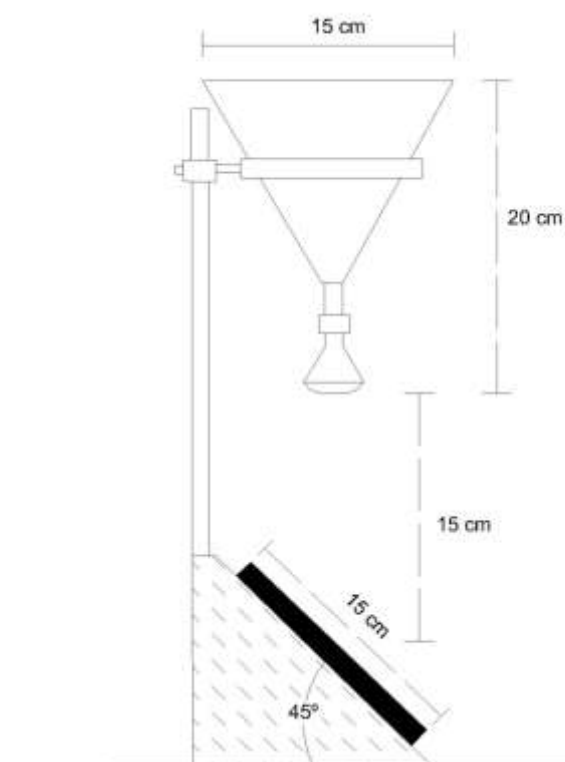


Figura 5 - Detalhes do *spray tester* utilizado no experimento

Fonte: Adaptado de AATCC (2005).

O teste consistiu em pulverizar um volume específico (250 ml) de água em cada amostra de tecido em análise, colocada sobre o aparato sob um ângulo de 45°, de modo que o centro da mesma ficasse a uma distância de 15 cm abaixo do bocal de pulverização. A pulverização era feita despejando a água dentro de um funil, passando por um chuveirinho centralizado com o tecido.

A foto 5 apresenta o aparato construído para execução do *spray test* com uma amostra ao final da pulverização do líquido.



Foto 5 – Aparato de teste
Fonte: Autoria própria (2013).

A foto 6 demonstra o *spray test* em execução.



Foto 6 – *Spray tester* em utilização no experimento
Fonte: Autoria própria (2013).

O chuveirinho indicado pela AATCC (2005) para o *spray test* tem as seguintes especificações: 19 orifícios de 0,86 mm de diâmetro cada, sendo um orifício no centro, 6 orifícios separados entre si em um círculo de diâmetro 10 mm e 12 orifícios separados entre si em um círculo de 21 mm de diâmetro, conforme Figura 6:

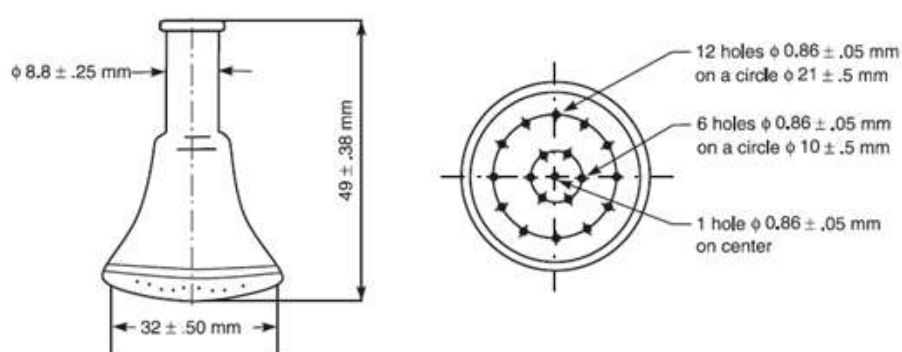


Figura 6 – Especificações do chuveirinho para *spray test*
Fonte: AATCC (2005).

O chuveirinho utilizado nesta pesquisa foi adaptado conforme disponibilidade e adequação às condições locais de ensaio, e pode ser visto na Foto 7, abaixo:

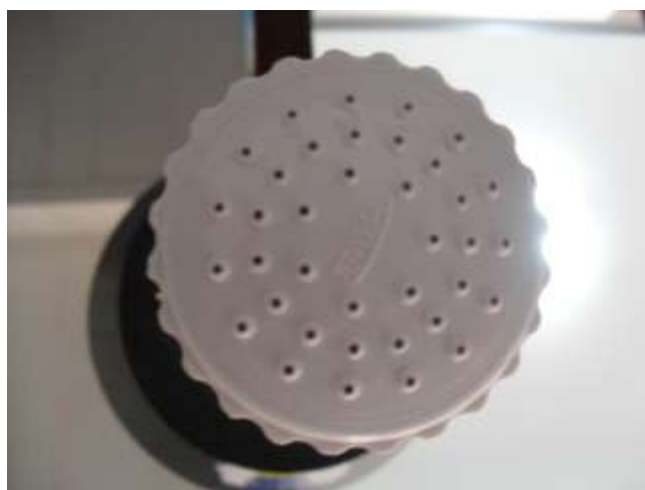


Foto 7 – Chuveirinho utilizado nos testes
Fonte: Autoria própria (2013).

Utilizou-se a água por ser a calda agrotóxica composta geralmente por 98% de água (SANTOS e MONTEIRO, 2000).

O tempo médio de pulverização de água para cada amostra foi de 30 segundos, o que está dentro do preconizado pela norma da AATCC.

Após a pulverização, cada amostra foi batida firmemente contra uma superfície sólida, na posição do teste e depois virando-a a 180°, repetindo a batida no mesmo ponto. Em seguida, foi feita a classificação de cada amostra de acordo com o aspecto obtido conforme o quadro padrão da AATCC.

Terminada cada análise, as amostras foram lavadas com água e sabão neutro, e secas à sombra. Após, foram passadas a ferro as amostras selecionadas para este tratamento, sendo todas elas novamente submetidas ao mesmo procedimento, até totalizar 8 lavagens.

3.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REPELÊNCIA ANTES E APÓS AS LAVAGENS

A classificação da pulverização foi obtida pela comparação da aparência da amostra com o quadro de classificação padrão (AATCC, 2005), já mostrado na Figura 2. A cada teste, as amostras receberam uma nota, conforme o mesmo quadro padrão, as quais deram origem a um gráfico, objetivando ilustrar a evolução da eficácia de proteção ao longo das lavagens.

Santos e Monteiro (2000) apresentam o mesmo quadro da AATCC (2005), que pode ver verificado na Figura 7, com a seguinte versão em português para as notas de classificação:

- Nota 100: Nenhuma aderência de gotas ou umectação superficial
- Nota 90: Leve aderência de gotas
- Nota 80: Aumento considerado de aderência de gotas
- Nota 70: Maior área de aderência
- Nota 50: Aderência total de gotas
- Nota 0: Total umectação de gotas

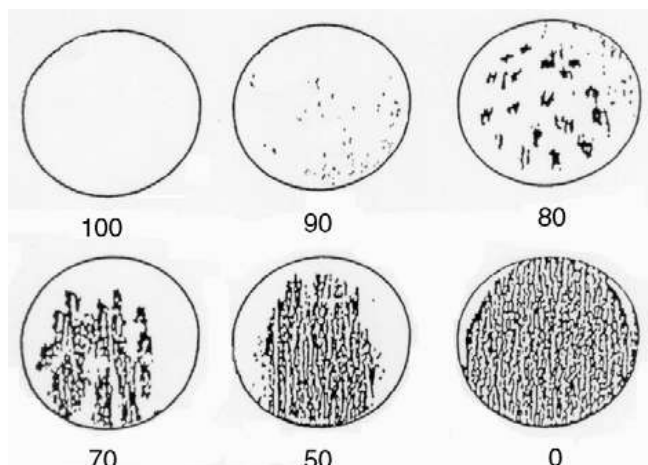


Figura 7 - Padrões para avaliação do *spray test*

Fonte: AATCC (2005 apud SANTOS e MONTEIRO, 2000).

Para dar maior confiabilidade ao teste, foi colocado um papel absorvente (guardanapo comum) embaixo do tecido, para observar se houve ou não a penetração de água pelo tecido, o que foi avaliado visualmente (avaliação qualitativa), colocando o papel contra a luz natural, identificando áreas molhadas. O grau de molhamento do papel foi determinado utilizando uma escala de 0 a 3 (elaborada para este estudo, para possibilitar análise da evolução entre as lavagens), sendo:

- 0 – papel seco;
- 1 – papel com poucas e pequenas áreas molhadas;
- 2 – papel com área molhada média;
- 3 – papel com grande área molhada.

Também foi colocado em todas as etapas embaixo das amostras e do papel absorvente um plástico visando manter a integridade do aparato de madeira, impedindo que o mesmo ficasse úmido e interferisse nos resultados.

Foi testado o tecido novo e após cada uma de 8 lavagens, visando avaliar a evolução do desempenho durante as lavagens (simulando o uso), já que esses EPI's são recomendados pelo fabricante para uso até 30 lavagens, supondo que a proteção de mantenha nesse período de desgaste do material.

Ainda, 3 amostras de cada vestimenta foram passadas após as lavagens, e 3 de cada não, para que se pudesse avaliar se esse procedimento realmente aumenta a eficácia de proteção hidrorrepelente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos 1 a 3 mostram os resultados obtidos no *spray test* de acordo com o quadro de classificação da AATCC (2005).

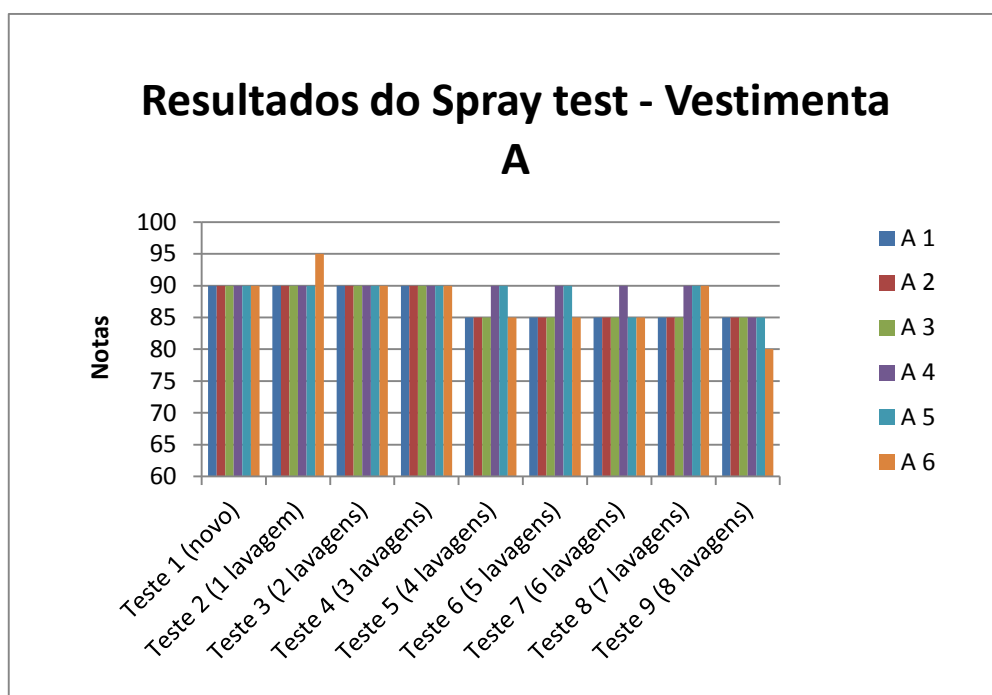


Gráfico 1 – Resultados do *spray test*: vestimenta A

Fonte: Autoria própria (2013).

A vestimenta A obteve notas altas no *spray test*, apresentando ainda certa regularidade entre as amostras. Observa-se após 4 lavagens que a eficiência caiu na maioria das amostras de cerca de 90 para 85. Ainda assim, pode-se considerar um bom resultado, de acordo com o quadro de classificação do método utilizado. Não houve diferença significativa entre as amostras que foram passadas a ferro após lavagens e as que não passaram por este procedimento.

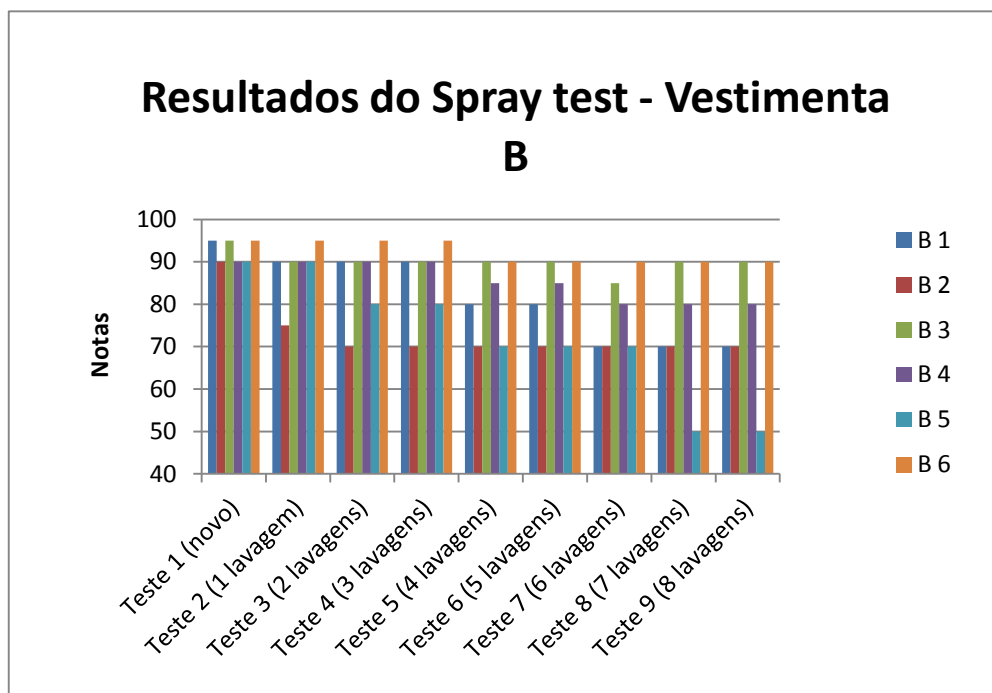


Gráfico 2 – Resultados do *spray test*: vestimenta B

Fonte: Autoria própria (2013).

A vestimenta B obteve notas com bastante oscilação no *spray test*, variando de 50 a 95. A irregularidade entre as amostras indica uma falta de homogeneidade na confecção da roupa de proteção. A eficiência de proteção de algumas amostras começou a cair já após a primeira lavagem. Algumas amostras tiveram melhor desempenho e foram passadas, porém não se pode atribuir este fato ao procedimento de passar, pois algumas amostras passadas, tais como a B5, obtiveram notas baixas nos testes, piores que as amostras não passadas. De forma geral, a vestimenta B foi a roupa com pior desempenho nos testes entre as 3 analisadas.

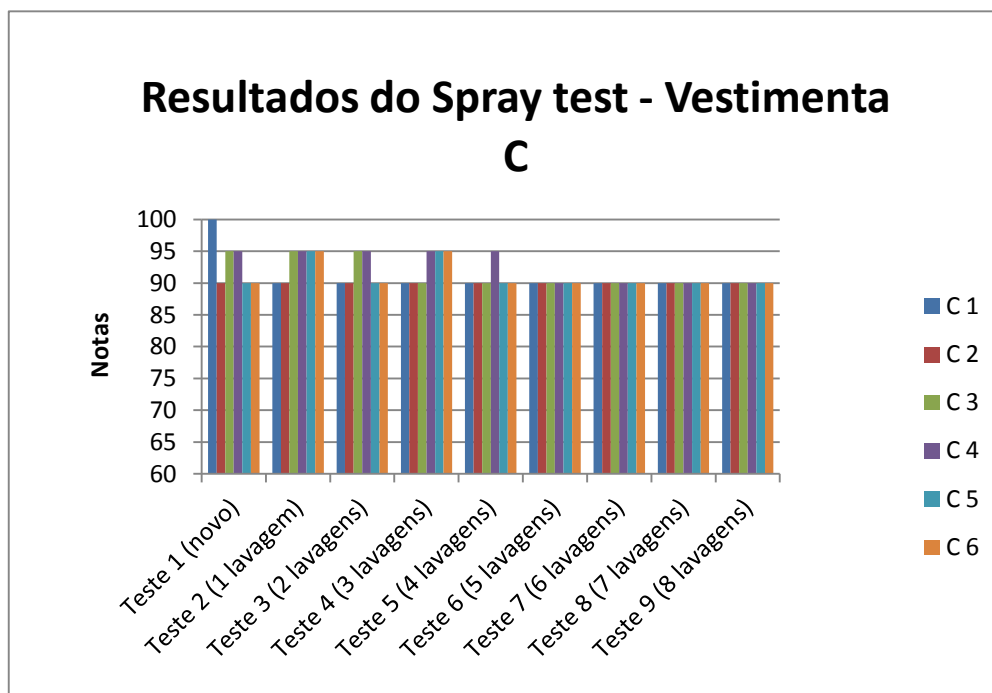


Gráfico 3 – Resultados do *spray test*: vestimenta C

Fonte: Autoria própria (2013).

A vestimenta C obteve as melhores notas no *spray test* dentre as roupas analisadas, apresentando também uma boa regularidade entre as amostras. Observa-se que mesmo após 8 lavagens as amostras continuaram alcançando no mínimo a nota 90, o que é excelente, indicando ótimo grau de hidrorrepelência. Após 5 lavagens nota-se uma estabilização na nota 90 para todas as amostras, porém a tendência é que a eficiência diminua ao longo da vida útil de 30 lavagens do EPI, conforme recomenda o fabricante. Não houve diferença significativa entre as amostras que foram passadas a ferro após lavagens e as que não passaram por este procedimento.

A foto 8 mostra um exemplo de padrão de molhamento do tecido, após pulverização do líquido de teste, antes de bater a amostra contra uma superfície sólida.



Foto 8 – Exemplo de padrão de molhamento obtido nos testes
Fonte: Autoria própria (2013).

Para possibilitar uma melhor análise da eficácia de proteção, os gráficos de 4 a 6 demonstram o grau de passagem de líquido pelo tecido, absorvido no papel sob a amostra.

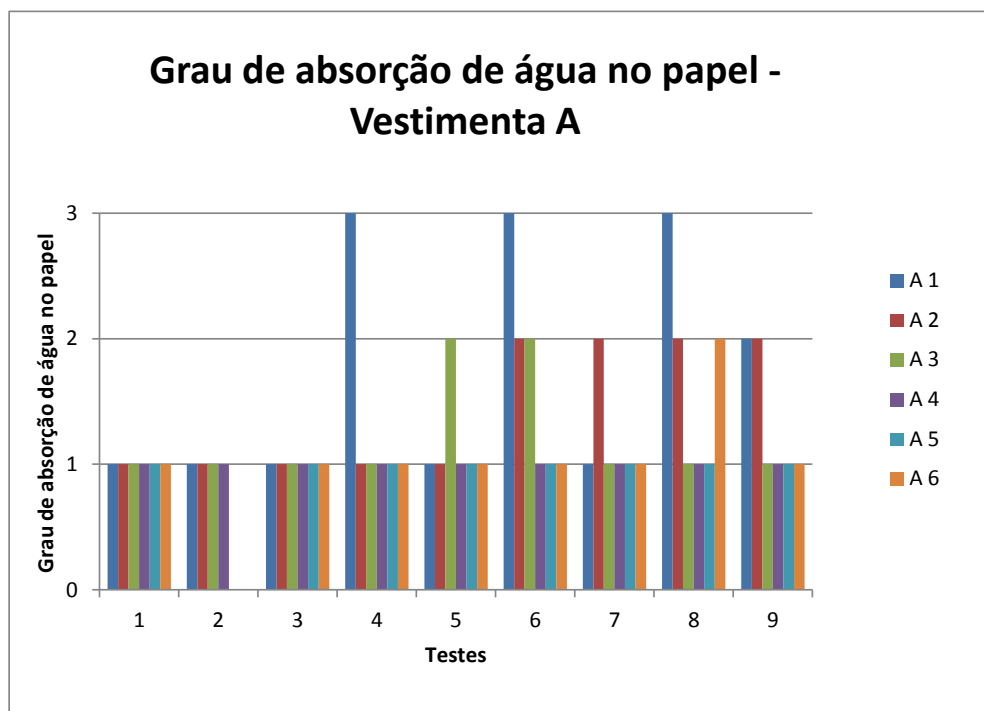


Gráfico 4 – Grau de absorção de água no papel sob o tecido: vestimenta A
Fonte: Autoria própria (2013).

Quanto ao grau de absorção de água no papel sob o tecido, a vestimenta A apresentou o melhor desempenho entre as roupas analisadas, já que a maioria das amostras da vestimenta A apresentou nota 1, que equivale a uma área pequena de molhamento no papel. As amostras A5 e A6 não tiveram penetração de água pelo tecido no segundo teste. Mesmo as amostras passadas a ferro permitiram certo grau de penetração de água, embora pequeno.

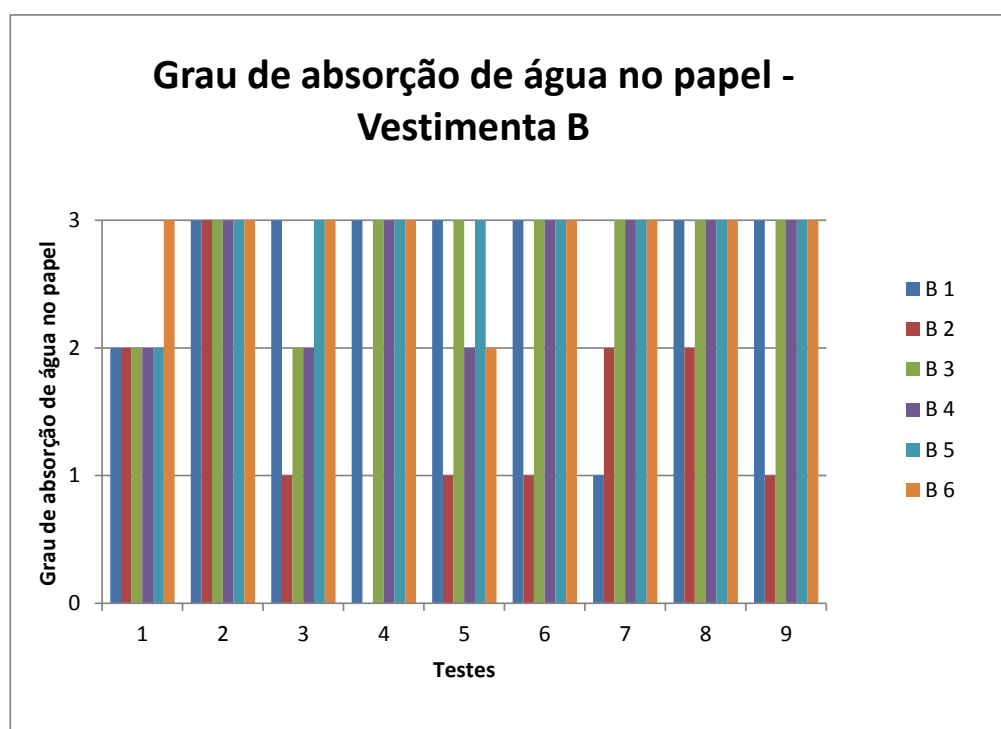


Gráfico 5 – Grau de absorção de água no papel sob o tecido: vestimenta B
Fonte: Autoria própria (2013).

A vestimenta B apresentou o pior desempenho entre as roupas analisadas também quanto ao grau de absorção de água no papel sob o tecido. A maioria das amostras da vestimenta B apresentou nota 3, que equivale a uma área grande de molhamento no papel. Apenas a amostra B2 não teve penetração de água pelo tecido, no quarto teste. Mesmo as amostras passadas a ferro permitiram alto grau de penetração de água, o que denota preocupação quanto à qualidade e eficácia desta vestimenta na proteção do trabalhador.

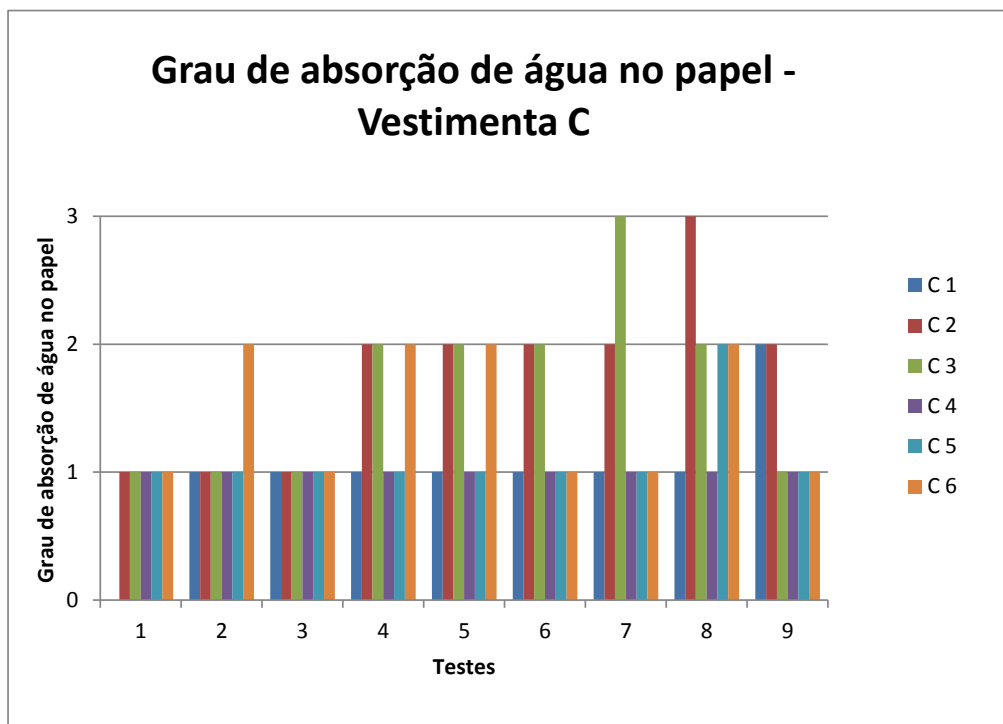


Gráfico 6 – Grau de absorção de água no papel sob o tecido: vestimenta C
Fonte: Autoria própria (2013).

Quanto ao grau de absorção de água no papel sob o tecido, a maioria das amostras da vestimenta C apresentou nota 1, que equivale a uma área pequena de molhamento no papel. A amostra C1 não teve penetração de água pelo tecido no primeiro teste. Mesmo as amostras passadas a ferro permitiram certo grau de penetração de água, embora pequeno, resultando em um desempenho ligeiramente melhor das amostras passadas (menor penetração de líquido).

A foto 9 mostra um exemplo do padrão de molhamento do papel sob o tecido em um dos testes (grau 3), colocando o papel contra a luz natural.



Foto 9 – Exemplo de padrão de molhamento do papel absorvente: grau 3
Fonte: Aatoria própria (2013).

Em uma análise geral, foi observado que com mais de 30 segundos de pulverização houve maior molhamento no papel absorvente. Isso é preocupante, pois o teste leva em conta 30 segundos de pulverização, e, mesmo o trabalhador não ficando exposto diretamente no sentido do jato, ao longo do dia de trabalho a pulverização que o atinge pode ser bastante significativa, podendo penetrar pela vestimenta de proteção.

O teste não indica o uso de papel ou outro material absorvente por baixo das amostras de tecido, o que deixa uma lacuna, pois conforme foi observado, mesmo o tecido atingindo uma nota alta no teste, houve penetração do líquido pelo mesmo. Em uma situação real, este líquido seria a calda agrotóxica atingindo a pele do trabalhador, uma potencial causa de intoxicação. Ou seja, mesmo com uma nota alta no teste, a vestimenta seria aprovada, mas não teria a eficácia necessária e desejada.

Em algumas amostras, quanto menos gotas na amostra de tecido, mais molhado ficou o papel sob ele (caso observado da vestimenta B).

O molhamento significativo do papel sob o tecido, tendo este atingido uma boa nota do *spray test*, pode ser um indicativo de que o acabamento hidrorrepelente funciona, mas o tecido talvez não seja o mais adequado, pois visualmente era

possível observar espaços entre as fibras/fios, como poros abertos, que provavelmente serviram de porta de entrada para o líquido.

Observou-se que o procedimento de passar a ferro o tecido não apresentou influência significativa no resultado, quando comparadas as amostras passadas e não passadas (algumas amostras tiveram desempenho apenas ligeiramente melhor quando passadas). Isso denota que passar a ferro não garante a manutenção da hidrorrepelência conforme os fabricantes indicam.

A vestimenta B obteve resultados que demonstram uma falta de homogeneidade na composição da roupa de proteção, já que as partes apresentaram diferenças de desempenho entre si que foram de 50 a 95. Ou seja, enquanto certas partes da roupa foram eficientes, outras tiveram desempenho bem inferior. Somado a isso, foi a vestimenta pela qual mais passou líquido para o papel absorvente, o que é preocupante em termos de proteção da saúde do trabalhador que irá fazer uso deste EPI.

Analisando o valor pago em cada vestimenta, cabe ressaltar que o valor não teve relação com o desempenho, já que o EPI C foi o melhor em termos de resultados no *spray test* e era o mais barato (R\$60,00). O EPI A teve desempenho intermediário, assim como o custo (R\$73,00). Já o EPI B foi o mais caro (R\$78,86) e apresentou o pior desempenho na hidrorrepelência. Isso é importante, pois muitas vezes faz-se um pré-julgamento da qualidade baseado no preço, supondo que quanto mais caro melhor a qualidade do EPI, o que não necessariamente é verdade. Neste estudo, a relação preço versus desempenho foi inversamente proporcional.

Comparando os tipos de tecido de cada vestimenta com os resultados obtidos, nota-se que provavelmente a composição do tecido tenha influenciado o desempenho, indicando que, pelo menos neste experimento, a vestimenta com maior proporção de poliéster teve melhor resultado de hidrorrepelência do que a feita com 100% algodão.

Outro fato que demanda atenção é a confiabilidade no rótulo dos EPI's. Quando comparada a composição do tecido presente no rótulo do produto e a composição descrita na consulta ao CA no *website* do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL/MTE, 2013), observaram-se divergências. Na vestimenta A, os tecidos descritos no CA não correspondem à composição do rótulo, bem como não há laudo anexado indicando o nível de proteção. No CA da vestimenta B não está

especificado o tecido utilizado, porém há laudo do IAC (Instituto Agronômico de Campinas) – nível de proteção 2. O tecido descrito no CA da vestimenta C é igual ao descrito na embalagem do mesmo, e possui laudo do IAC – nível de proteção 2. Isso não é aceitável, pois é preciso haver uma confiabilidade nas informações contidas nos rótulos e embalagens, e, ainda, talvez o CA obtido e indicado na roupa não se aplica à mesma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vestimentas analisadas foram aprovadas no *spray test*, já que a maioria das notas (70,37%) foi acima de 90. Os melhores resultados foram obtidos pela vestimenta C, os piores resultados foram atribuídos à vestimenta B, ficando a vestimenta A em um patamar intermediário nesta avaliação. Porém, o grau de molhamento do papel absorvente sob o tecido desperta preocupação, já que indica a penetração de líquido pelo mesmo, o que deveria ser impedido pelo acabamento hidrorrepelente. Isso ocorreu em todas as vestimentas testadas. Quanto à penetração de água pelo tecido demonstrada pelo molhamento do papel, a vestimenta A obteve o melhor desempenho, seguida da vestimenta C. A vestimenta B teve os piores resultados em todos os parâmetros analisados.

Verificou-se neste estudo que o fato de uma vestimenta de proteção contra agroquímicos ser aprovada no *spray test* não significa possuir característica de impermeabilidade, pois a hidrorrepelência do tecido não foi suficiente para impedir a penetração de líquido pela vestimenta, o que em uma situação real em campo, implicaria na contaminação dérmica do trabalhador. Em maior ou menor escala, em todas as vestimentas analisadas houve a penetração de água pelo tecido.

Em alguns casos (vestimenta B) quanto maior a nota no *spray test*, mais molhado ficou o papel sob o tecido; em outros casos, com nota mais baixa no teste e espalhamento maior de gotas, o papel ficou menos úmido. Isso sugere que apenas o *spray test* não é suficiente para garantir a eficácia de proteção de uma vestimenta para aplicação de agrotóxicos. Além disso, o procedimento de passar a ferro o tecido não resultou em melhora significativa no desempenho quanto à hidrorrepelência, quando comparadas as amostras passadas e não passadas.

Novas técnicas de avaliação precisam ser desenvolvidas, bem como é urgente e imprescindível que as vestimentas sejam avaliadas por laboratórios especializados, para que sejam comercializadas apenas as de melhor desempenho quanto à proteção do trabalhador.

Dada a importância do assunto e deficiências encontradas, é fundamental o aprofundamento de pesquisas com este escopo, visando à melhoria da tecnologia

referente à hidrorrepelência das vestimentas de proteção, para que a segurança dos trabalhadores da agricultura seja efetiva.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF TEXTILE CHEMISTS AND COLORISTS – AATCC. **AATCC Test Method 22-2005** – Water repellency: spray test. Research Triangle Park: AATCC, 2005.

AMERICAN ASSOCIATION OF TEXTILE CHEMISTS AND COLORISTS – AATCC. **AATCC Test Method 118-1997** – Oil repellency: hydrocarbon resistance test. Research Triangle Park: AATCC, 1997.

ARAÚJO, A. J.; LIMA, J. S.; MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; SOARES, M. O.; MONTEIRO, M. C. M.; AMARAL, A. M.; KUBOTA, A.; MEYER, A.; COSENZA, C. A. N.; NEVES, C.; 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, nº 1, p. 115-130, 2007.

BALDI, I.; LEBAILLY, P.; JEAN, S.; ROUGETET, L.; DULAURENT, S.; MARQUET, P. Pesticide contamination of workers in vineyards in France. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 16, p. 115-124, 2006.

BEDOR, C. N. G.; RAMOS, L. O.; PEREIRA, P. J.; RÊGO, M. A. V.; PAVÃO, A. C.; AUGUSTO, L. G. S. Vulnerabilidades e situações de riscos relacionados ao uso de agrotóxicos na fruticultura irrigada. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 12, n. 1, p. 39-49, 2009.

BRASIL. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Brasília, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm>. Acesso em: 02 dez. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>>. Acesso em: 02 dez. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Certificado de Aprovação de Equipamento de Proteção Individual – CAEPI**: pesquisa de CA. Disponível em: <<http://www3.mte.gov.br/sistemas/caepi/PesquisarCAInternetXSL.asp>>. Acesso em: 11 dez. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO. Portaria nº 3214/GM, de 08 de junho de 1978. **NR 06, Norma Regulamentadora 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI.** 1978. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DC56F8F012DCDAD35721F50/NR-06%20\(atualizada\)%202010.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DC56F8F012DCDAD35721F50/NR-06%20(atualizada)%202010.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO. Portaria nº 86/GM, de 04 de março de 2005. **NR 31 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura.** 2005. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3E7A205F013F8B36877275CD/NR-31%20%28atualizada%202011%29%20-%20Sem%2018%20meses.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2013.

CORDEIRO, Z. J. M. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Cultivo da Banana para o Pólo Petrolina Juazeiro: Uso de Agrotóxicos.** Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaJuazeiro/agrotoxicos.htm#toxicidade>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

FARIA, N. M. X.; FACCHINI, L. A.; FASSA, A. G.; TOMASI, E. Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. **Caderno de Saúde Pública**, v. 20, nº 5, p. 1298-1308, Rio de Janeiro, 2004.

FARIA, N. M. X.; FASSA, A. G.; FACCHINI, L. A. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n.1, p. 25-38, 2007.

FARIA, N. M. X.; ROSA, J. A. R.; FACCHINI, L. A. Intoxicações por agrotóxicos entre trabalhadores rurais de fruticultura, Bento Gonçalves, RS. **Revista Saúde Pública**, v. 43, nº 2, p. 335-344, 2009.

FRANCISCHINI, L. A. S. N. **Classificação e eficiência de materiais e de vestimentas de proteção no trabalho com agrotóxico.** 2009. 71 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Agronomia (produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

GARCIA, E. G.; ALVES FILHO, J. P. **Aspectos de prevenção e controle de acidentes no trabalho com agrotóxicos.** São Paulo: Fundacentro, 2005. 52 p.

GONÇALVES, V. B.; REIS, Â. V.; MACHADO, R. L. T.; CUSTÓDIO, T. V. Classe toxicológica versus uso de EPI na aplicação de agrotóxico: estudo preliminar na agricultura familiar. In: Congresso de Iniciação Científica, 21, 2012, Pelotas. **Anais... Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2012.** Disponível em: <http://ufpel.edu.br/cic/2012/anais/pdf/CA/CA_00209.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 4920:2012:** Textile fabrics - Determination of resistance to surface wetting (spray test). Genebra, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 13994:2005:** Clothing for protection against liquid chemicals — Determination of the resistance of protective clothing materials to penetration by liquids under pressure. Genebra, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 17491-4:2008:** Protective clothing — Test methods for clothing providing protection against chemicals — Part 4: Determination of resistance to penetration by a spray of liquid (spray test). Genebra, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 22608:2004:** Protective clothing — Protection against liquid chemicals — Measurement of repellency, retention, and penetration of liquid pesticide formulations through protective clothing materials. Genebra, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 27065:2011:** Protective clothing — Performance requirements for protective clothing worn by operators applying liquid pesticides. Genebra, 2011.

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY - IPCS. **The WHO recommended classification of pesticides by hazard and Guidelines to classification 2004.** Genebra, World Health Organization, 2005.

MESQUITA FILHO, M.; PEREIRA, R. C. Manejo, uso de equipamentos de proteção individual (EPI) e intoxicação por agrotóxicos entre os trabalhadores da lavoura do morango do sul de Minas Gerais. **Revista Espaço para a Saúde**, v. 13, nº 1, p. 23-34, Londrina, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE / FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ / SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES TÓXICO-FARMACOLÓGICAS – MS/FIOCRUZ/SINITOX. **Casos Registrados de Intoxicação Humana por Agente Tóxico e Zona de**

Ocorrência. Manguinhos: SINITOX, 2010. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/sinitox_novo/media/b9.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2013.

PROGRAMA IAC DE QUALIDADE EM EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL NA AGRICULTURA – QUEPIA. **O QUEPIA:** Programa IAC de Qualidade em Equipamento de Proteção Individual na Agricultura. 2008. Disponível em: <<http://www.quepia.org.br/site/quemsomos.php>>. Acesso em: 28 nov. 2013.

RAMOS, H. H.; YANAI, K. Programa IAC de Qualidade EPIs na Agricultura. **Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes**, nº 348, Ano XXX, p. 156, 2008a.

_____. Padronização urgente: testes que avaliam a eficácia dos EPIs precisam ser normatizados. **Revista Proteção**, nº 204, Ano XXII, p. 110, 2008b.

SANTOS, H. N. G.; MONTEIRO, L. R. **Vestimenta protetora para o aplicador de pesticidas**. São Paulo: FUNDACENTRO/MTE, 2000.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL - SENAR. Administração Regional do Paraná. **Trabalhador na Aplicação de Agrotóxicos: Pulverizador Costal Manual**. Curitiba: SENAR-PR, 2004. 98 p.

VEIGA, M. M.; DUARTE, F. J. C. M.; MEIRELLES, L. A.; GARRIGOU, A.; BALDI, I. A contaminação por agrotóxicos e os equipamentos de proteção individual (EPIs). **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 32, n. 116, p. 57-68, 2007.

APÊNDICE

Resultados *Spray Test*, conforme quadro de classificação AATCC (2005)

Amostra	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
Teste 1 (novo)	90	90	90	90	90	90	95	90	95	90	90	95	100	90	95	95	90	90
Teste 2 (1 lavagem)	90	90	90	90	90	95	90	75	90	90	90	95	90	90	95	95	95	95
Teste 3 (2 lavagens)	90	90	90	90	90	90	90	70	90	90	80	95	90	90	95	95	90	90
Teste 4 (3 lavagens)	90	90	90	90	90	90	90	70	90	90	80	95	90	90	90	95	95	95
Teste 5 (4 lavagens)	85	85	85	90	90	85	80	70	90	85	70	90	90	90	90	95	90	90
Teste 6 (5 lavagens)	85	85	85	90	90	85	80	70	90	85	70	90	90	90	90	90	90	90
Teste 7 (6 lavagens)	85	85	85	90	85	85	70	70	85	80	70	90	90	90	90	90	90	90
Teste 8 (7 lavagens)	85	85	85	90	90	90	70	70	90	80	50	90	90	90	90	90	90	90
Teste 9 (8 lavagens)	85	85	85	85	85	80	70	70	90	80	50	90	90	90	90	90	90	90

Resultados *Spray Test*, conforme grau de molhamento do papel absorvente sob o tecido

Amostra	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
Molhamento papel 1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	0	1	1	1	1	1
Molhamento papel 2	1	1	1	1	0	0	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	2
Molhamento papel 3	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1
Molhamento papel 4	3	1	1	1	1	1	3	0	3	3	3	3	1	2	2	1	1	2
Molhamento papel 5	1	1	2	1	1	1	3	1	3	2	3	2	1	2	2	1	1	2
Molhamento papel 6	3	2	2	1	1	1	3	1	3	3	3	3	1	2	2	1	1	1
Molhamento papel 7	1	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	1	2	3	1	1	1
Molhamento papel 8	3	2	1	1	1	2	3	2	3	3	3	3	1	3	2	1	2	2
Molhamento papel 9	2	2	1	1	1	1	3	1	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1