

MESA REDONDA VI.1

PROTEÇÃO DO APLICADOR DE HERBICIDAS

Joaquim Gonçalves Machado Neto*

* Prof. Dr. do Dept^o. de Defesa Fitossanitária FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal.
Rod. Carlos Tonanni, km 5, 14870-000, Jaboticabal-SP

Introdução

Os agrotóxicos são compostos rigorosamente selecionados pela capacidade de causarem intoxicações letais aos organismos vivos alvos do controle químico, para proteção das culturas agrícolas. Além dos organismos indesejados, os agrotóxicos causam intoxicações em qualquer organismo vivo que entrarem em contato íntimo. Entre estes, destaca-se o homem ocupacionalmente exposto, que fica sujeito a determinado risco de intoxicação. O risco de intoxicação ocupacional com os agrotóxicos é representado pela probabilidade da ocorrência de lesões pela exposição, uso ou manipulação de um agrotóxico em condições específicas.

Tão importante quando a toxicidade, a exposição ocupacional deve ser eficientemente avaliada para se determinar e quantificar os fatores determinantes do risco, nas condições específicas de trabalho. Assim, pode-se identificar o fator causa e aplicar as medidas de segurança de uma forma mais eficiente e econômica.

Risco de intoxicação

Baseados em dados de exposições dérmicas e respiratórias de trabalhadores a agrotóxicos, Durham & Wolfe (1962) estabeleceram uma fórmula onde consideraram

estes riscos como sendo a fração percentual da dose tóxica do agrotóxico que o trabalhador se expõe por hora de trabalho (% DT/h), ou por qualquer outro período de tempo. A dose tóxica é estimada multiplicando-se o valor da DL₅₀ dérmica (mg/kg) pelo peso corpóreo (70 kg).

Em condições de campo, em ambiente aberto, são importantes as vias dérmica e respiratória (Durham & Wolfe, 1962; Wolfe et al., 1967 e Wolfe et al., 1972). Estes autores verificaram que, em média, 99,8% da exposição total ocorreu na via dérmica e apenas 0,2%, na via respiratória. Em função desta relação, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1975) recomenda que se a exposição respiratória não for avaliada ela pode ser substituída por 10% da dérmica avaliada. Assim, a fórmula de Durham & Wolfe (1962) foi modificada para a seguinte:

$$\%DT_h = \frac{\text{Exposição dérmica (mg/kg)} + 10\%}{DL_{50} \text{ dérmica (mg/kg)} \times 70 \text{ (kg)}} \times 100$$

Com esta fórmula, avaliando-se apenas a exposição dérmica pode-se estimar o risco de intoxicação proporcionado por uma determinada atividade. A exposição ocupacional pode ser potencial, que é a quantidade máxima que pode atingir o trabalhador (Turnbull et al., 1985) ou real, que é a quantidade que realmente atinge as vias de exposição (Bonsall, 1985).

O Artigo do R. Ag. assinado em 10/00
XXI CBCPD, Caxambu-MG, 6 a 11 de julho de 1997
Os autores de LVA, DC... e CSB assinando um
atestado de leitura do aplicador

As medidas de segurança são aplicadas na prevenção do contato do agrotóxico nas vias de exposição e absorção no corpo. Por isso, o conhecimento da importância de cada uma destas vias é fundamental para se selecionar as medidas de segurança mais efetivas, confortáveis, econômicas e exequíveis nas condições específicas de uso dos agrotóxicos.

Vias de exposição do corpo aos agrotóxicos

Além da importância relativa das vias de exposição, deve ser considerado também o potencial de alcance da corrente sanguínea, ou de absorção nas vias de exposição. Na via respiratória, a absorção do agrotóxico nos pulmões é rápida e completa (Durham & Wolfe, 1962). Na via dérmica, a absorção é mais lenta e parcial, pois a pele constitui-se numa eficiente barreira natural de proteção do organismo. A penetração dos compostos na pele depende dos seus modelos farmacocinéticos de absorção (Mathias et al., 1985), podendo variar de 0,8 a 6,0% (Guy et al., 1985) e até 80% (Bronaugh, 1985). Também depende muito do veículo que o composto está diluído. A Agência de Proteção Ambiental-EPA, USA, no Processo de Suposição Contra Registro Refutável-RPAR, quando os dados não estão disponíveis, considera a absorção média de 10% da exposição dérmica (Smith, 1984). Portanto, o potencial de absorção dos agrotóxicos na via dérmica, em média, é de 9,98% (que representa 10% da exposição total) e de 100% na via respiratória (que representa 0,2% da exposição total). Assim, o potencial de intoxicação pela via dérmica é 49,9 (9,98%/0,2%) vezes maior que o da via respiratória. Por isso, as medidas de segurança devem ser mais concentradas na proteção da via dérmica.

Métodos de avaliação da exposição dérmica

Os métodos desenvolvidos para avaliar a exposição dérmica aos agrotóxicos são

classificados em métodos diretos, ou dosimetria passiva, e indiretos, monitoramento biológico (Durham & Wolfe, 1962 e Reinert, et al., 1986). Com os **métodos indiretos**, ou de monitoramento biológico, mede-se a concentração dos agrotóxicos em materiais coletados, ou os efeitos dos tóxicos no organismo do indivíduo após a exposição e a absorção. Com os **métodos diretos**, ou de dosimetria passiva, utiliza-se de algum mecanismo para coletar o material tóxico que poderá atingir as vias de absorção no corpo, durante um determinado período de exposição. A quantidade determinada, por análises químicas ou bioensaios ou outros métodos, é a medida direta da exposição. Desta forma, pode-se medir a exposição dérmica potencial ou real.

Segurança da condição de trabalho

Para classificar a segurança das condições de trabalho com os agrotóxicos, em segura ou insegura, estima-se a margem de segurança (MS) através da fórmula proposta por Severn (1984), que é a seguinte:

$$MS = \frac{\text{NOEL (nível de efeito tóxico não observado) (mg/kg/dia)}}{\text{Quantidade absorvível da exposição (mg/kg/dia)}}$$

A quantidade absorvível da exposição, expressa em mg/kg/dia, utilizada na fórmula é calculada através das exposições que ocorrem nas vias dérmica e respiratória. Na via dérmica, se não há disponibilidade do valor de absorção dérmica de um determinado produto, a quantidade absorvível pode ser considerada como 10% da exposição dérmica avaliada. Na via respiratória, a quantidade absorvível pode ser considerada como 100% da exposição respiratória avaliada. Porém, se a exposição respiratória não for avaliada, a quantidade absorvível na via respiratória pode ser considerada como 1% da exposição dérmica avaliada, devido à relação quantitativa das exposições dérmica e respiratória, na

exposição total neste tipo de atividade. Nesta caso, a quantidade absorvível será de 11% da exposição dérmica avaliada.

Em trabalhos mais recentes, os autores estimam a margem de segurança utilizando um fator de segurança. Os americanos (USA) utilizam um fator de segurança de 100; resultante da multiplicação de 10 (devido à sensibilidade intraespécies) por 10 (devido à incerteza interespécies). Os Alemães utilizam um fator de segurança de 25. Os Holandeses de 10 (Brouwer et al., 1990), devido a extrapolação dos dados toxicológicos obtidos em animais para o homem. Nas nossas condições de trabalho, onde esta metodologia de análise da segurança no trabalho com agrotóxicos encontra-se na fase inicial, acredita-se que pode ser considerado um fator de segurança de 10 para se estimar os valores da MS. Assim, a fórmula de Severn (1984) modificada que será utilizada é a seguinte:

$$MS = \frac{NOEL \text{ (nível de efeito tóxico não observado) (mg/kg/dia)}}{\text{Quantidade absorvível da exposição (mg/kg/dia)} \times 10}$$

O critério para classificar a segurança das condições de trabalho com agrotóxicos com os valores estimados de MS é o seguinte:

Se **MS ≥ 1 - exposição aceitável, risco tolerável** - condição de trabalho segura, pois a quantidade absorvível da exposição $\times 10$ é menor que o valor do NOEL do agrotóxico considerado.

Se **MS < 1 - exposição inaceitável, risco intolerável** - condição de trabalho insegura, pois a quantidade absorvível da exposição $\times 10$ é maior que o valor NOEL do agrotóxico considerado. Neste caso, para tornar a condição de trabalho segura, calcula-se a necessidade de controle da exposição (NCE), em porcentagem, para tornar a $MS \geq 1$, através da seguinte fórmula:

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

Com este cálculo estabelece-se a necessidade de controle da exposição para

cada condição específica de trabalho e aplica-se as medidas de segurança mais adequadas.

Medidas de segurança

Qualquer medida de segurança é aplicada para proteger as pessoas por intermédio de uma das seguintes alternativas: - eliminando o risco; - isolando o risco ou sinalizando o risco (Zóccchio, 1980). **Eliminar o risco** significa torná-lo definitivamente inexistente, o que poucas vezes se consegue. **Isolar o risco** é a alternativa mais aplicada, mas não é válida como substituta quando o perigo pode ser eliminado. A grande maioria dos riscos é apenas isolada, embora o método de isolamento muitas vezes isente as pessoas definitivamente do risco. **Sinalizar o risco** é o recurso que se aplica quando não há possibilidade de se utilizar um dos dois anteriores. Não é um recurso usado em substituição a um dos dois anteriores, a não ser em caráter precário e temporário e em enquanto se tomam as medidas definitivas. Normalmente são utilizados pictogramas ou frases, escritos com cores já padronizadas pela segurança do trabalho, como advertência do perigo.

As medidas preventivas que atuam nas causas das exposições aos agrotóxicos, que nesta oportunidade propõe-se denominá-las medidas ativas, controlam os principais fatores de risco: a toxicidade e o grau de exposição. **As que atuam na proteção, controlando o efeito e não a causa**, que novamente propõe-se denominá-las medidas passivas, não reduzem o potencial de risco, porém evitam o contato com os agrotóxicos; por exemplo, os EPIs - equipamentos de proteção individual. Para que estas medidas de sejam adequadamente aplicadas quando necessárias, há necessidade de se determinar as causas, ou os fatores condicionantes dos riscos de intoxicação.

Causas das intoxicações ocupacionais com os agrotóxicos

As causas de acidentes ou doenças do trabalho - no caso, as intoxicações ocupacionais com os agrotóxicos - podem ser diretas ou indiretas. As **causas indiretas** são o homem e o meio que, respectivamente, originam os fatores pessoais e materiais (Zóccchio, 1980). No **homem**, características que lhe são inerentes, fatores hereditários, sociais e de educação são prejudiciais quando falhos, como desconhecimento dos riscos de acidentes; treinamento inadequado, etc. O **meio**, com os riscos que lhe são peculiares, ou que nele são criados, requer ações e medidas corretas para que sejam controlados, neutralizados e não se transformem em fontes de acidentes. Destacam-se como causas materiais indiretas: insegurança das máquinas, periculosidade dos materiais, corrosividade dos ácidos, toxicidade dos agrotóxicos, etc.

As **causas diretas** são os atos inseguros e as condições inseguras, resultantes de causas indiretas (fatores materiais e humanos) que, combinados ou não, propiciam a ocorrência de acidentes de trabalho ou, no caso específico, as intoxicações ocupacionais com os agrotóxicos. **Ato inseguro** é a maneira como as pessoas se expõem, consciente ou inconscientemente, a riscos de acidentes. Os mais comumente praticados nas empresas são: usar máquinas sem habilitação, não usar as proteções individuais, manipulação insegura de produtos tóxicos, brincadeiras e exibicionismo, etc. **Condição insegura** é aquela que põe em risco a integridade física e/ou a saúde dos trabalhadores, ou a própria segurança das instalações ou dos equipamentos. São condições materiais que condicionam, ou obrigam, a prática de atos inseguros. As que mais comumente ocorrem nas empresas são: falta de proteção nas máquinas e equipamentos de trabalho - aqui, vale ressaltar que os utilizados nas aplicações de agrotóxicos praticamente são

desprovidos de itens de segurança, proteções de máquinas e equipamentos inadequadas ou defeituosas falta de protetores individuais (EPIs), etc.

Pela legislação atual, primeiro deve-se determinar a causa que levou o trabalhador a praticar o ato inseguro. Na maioria das vezes, constata-se que a causa verdadeira é a falta de treinamento. A falta de treinamento, por sua vez, é classificada como uma condição insegura.

Condições de trabalho com os agrotóxicos

As aplicações de agrotóxicos em condições de campo, em ambiente aberto, na maioria das vezes são realizadas através de pulverizações. Estas caracterizam-se pelo uso de produtos pouco voláteis e por uma dispersão extremamente rápida das gotas pulverizadas no ar atmosférico. Normalmente o ar respirado pelos trabalhadores contém baixas concentrações de gotas, a não ser que ele fique em posição insegura, com o rosto dentro da área contendo a névoa de gotas ou pó aplicados. A concentração das gotas no ar reduz-se imediatamente após a formação do jato da pulverização.

No manuseio das embalagens, para transporte ou abastecimentos de máquinas, como nas aplicações, a exposição dérmica é maior que a respiratória, pois as formulações líquidas superam em muito as sólidas. No manuseio os produtos, as primeiras partes do corpo a serem expostas são as mãos e os pés, pois os produtos são manuseados manualmente e ao caírem no solo, são pisados pelos trabalhadores.

As principais falhas nas aplicações de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar na região de Orlândia (SP), segundo Freitas (1995) foram:

- a não utilização de peneira no abastecimento do pulverizador;
- falta de limpezas periódicas do filtro de sucção e filtros de linha dos pulverizadores;

- uso de bicos de pulverização desgastados, gerando deposição irregular;
- uso de bicos diferentes na barra de pulverização;
- aplicações com bicos entupidos;
- sobreposição inadequada de jatos devido à altura incorreta da barra de pulverização;
- aplicação em solo mal preparado, contendo torrões e restos vegetais;
- paradas indevidas do trator causando aplicação excessiva, que resulta em fitotoxicidade na cultura;
- vazamento no filtro de sucção e nas mangueiras dos pulverizadores;
- pingentes tortos, ocasionando má deposição dos herbicidas;
- entrada e saída dos talhões em baixa rotação do trator.

Medidas ativas

As medidas de segurança que reduzem a exposição potencial não denominadas de medidas ativas, porque atuam nos fatores causa. Elas podem reduzir a toxicidade ou a exposição ocupacional.

Controle da toxicidade

Como a toxicidade é uma propriedade intrínseca dos agrotóxicos, poucos fatores pode influenciá-la. Os principais que podem afetá-la são o tipo de formulação, que pode ser pó ou líquida, e a concentração dos ingredientes ativos na formulação. Como os trabalhadores estão expostos aos produtos formulados, as formulações pó seco são as mais seguras, pois contêm as menores concentrações, e as líquidas as mais perigosas, pois são mais concentradas.

Entretanto, a melhor maneira de se reduzir a toxicidade de uma aplicação é substituir o produto mais tóxico por outro menos tóxico, quando há mais de um

produto recomendado para o mesmo problema fitossanitário. Esta medida de segurança pode ser utilizada somente pelo engenheiro agrônomo, no aviamento da receita agrônômica, obrigatória, legalmente, para a aplicação de qualquer produto.

A possibilidade de recomendação de um herbicida menos tóxico, ou mais seguro, está demonstrada na Tabela 1, utilizando-se os resultados de Abbott et al. (1987) como base de dados. Neste trabalho, os autores avaliaram a exposição dos aplicadores do herbicida 2,4 - D em um gramado com os pulverizadores costal manual com um bico e com o pulverizador de barra montado em trator. Diversos herbicidas poderiam ser de aplicação similar em gramados ou em qualquer outra cultura ou área, que resultariam em exposições semelhantes. Nestas estimativas constata-se que os efeitos da toxicidade e da dosagem no risco de intoxicação, onde as menores dosagens e maiores valores de DL_{50} dérmica proporcionaram os menores riscos.

Segurança dos equipamentos de aplicação

A maioria das aplicações de herbicidas, ou qualquer outro produto, pode ser realizada com mais de um equipamento de aplicação. Cada equipamento de aplicação tem a sua estrutura que posiciona o trabalhador mais ou menos próximo do produto aplicado. Em função deste posicionamento, o aplicador mais estar mais ou menos exposto aos produtos e ao risco de intoxicação. Naturalmente estes equipamentos são mais ou menos seguros. Em exemplo característico pode ser constatado nos dados de Abbott et al. (1987) utilizados na Tabela 1. O aplicador do herbicida 2,4 - D com o pulverizador costal manual está 3,51 vezes mais exposto que o tratorista aplicando com o pulverizador de barra montado em trator.

Tabela 1 - Exposições e riscos de intoxicação dos aplicadores de herbicidas em gramados, ou condições similares, utilizando-se os resultados de exposição ao herbicida 2,4-D, obtidos por Abbott et al. (1987), como base de dados

Herbicidas	Dosagem (kg ia/ha)	DL ₅₀ dérmica (mg/kg)	Tratorista - Pulv. de barra		Aplicador - Pulv. Costal	
			Exp. (mg/h)	%DT/h	Exp. (mg/h)	%DT/h
2,4-D ^(a)	1,44	-	40,3	-	141,8	-
Metoxuron	3,20	> 2000 ^(b)	86,5	0,070	315,1	0,247
Diclobenil	6,00	1350 ^(c)	167,9	0,195	590,8	0,687
Dinoseb	2,00	200 ^(c)	56,0	0,440	196,6	1,547
Oxadiazon	4,00	> 8000 ^(b)	111,9	0,022	393,9	0,077
Paraquat	0,60	236 ^(c)	16,8	0,112	59,1	0,393
Picloran	1,00	> 4000 ^(c)	28,0	0,011	98,5	0,039
Prometrina	1,00	> 3100 ^(b)	28,0	0,014	98,5	0,050
Propanil	4,00	7080 ^(c)	111,9	0,025	393,9	0,087
Glifosate	2,00	> 7940 ^(c)	56,0	0,011	196,9	0,039
Molinate	4,00	> 10000 ^(c)	111,9	0,017	393,9	0,062

^(a) Base de dados de Abbott et al. (1987); ^(b) teste em rato e ^(c) teste em coelho; - = sem informação.

Em nossas condições, Machado Neto & Matuo (1992) estudaram duas medidas de segurança no pulverizador costal manual convencional com lança de aplicação de 0,5 m de comprimento e com um bico defletor TK, na aplicação do herbicida paraquat (Gramoxone 20%), em pós-emergência dirigida na cultura de milho de pequenos agricultores. As medidas testadas foram lança de 1,0 m de comprimento e aplicação trazeira, através de uma haste vertical afixada atrás do tanque do pulverizador, na parte mais baixa, aplicando a 1,0 m atrás dos calcanhares do trabalhador. Verificaram que as exposições dérmicas potenciais (EDP), em ml de calda/h, foram de 443,0; 374,8 e 12,1, respectivamente, com os pulverizadores convencional, com lança de 0,5 e 1,0 m e com a aplicação atrás do corpo. Estas medidas de segurança reduziram as EDPs dos aplicadores em 15,3 e 97,3%, respectivamente. Apenas a aplicação atrás do corpo tornou a condição de trabalho segura (MS > 1), foi muito bem aceita pelos trabalhadores e proporcionou controles das

plantas daninhas equivalentes aos demais equipamentos.

Medidas passivas

As medidas de segurança que reduzem apenas a exposição real, não atuam nas causas, mas apenas no efeito - a exposição -, são denominadas de medidas passivas. Nesta classe estão todas as medidas de proteção que interceptam o caminho dos agentes tóxicos que poderiam entrar em contato com o corpo do trabalhador. Destacam-se as vestimentas comuns, normalmente utilizadas, e os EPIs.

Na Norma Regulamentadora Rural n. 4, aprovada pela Portaria n. 3.067, de 12 de abril de 1988, do Ministério do Trabalho (Brasil, 1988), os EPIs são definidos como "todo dispositivo de uso individual destinado a proteger a integridade física do trabalhador".

Esta norma determina que a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, **EPIs adequado ao risco** e em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou não oferecerem completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho e/ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e
- c) para atender a situações de emergência.

Na legislação mais recente sobre agrotóxicos, Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 (Brasil, 1989), o Artigo 14 determina, na letra f, responsabilidades administrativas, civil e penal ao empregador pelos danos causados à saúde das pessoas quando não fornecer e não fizer manutenção dos equipamentos adequados à proteção da saúde dos trabalhadores, ou dos equipamentos na produção, distribuição e aplicação dos agrotóxicos.

No Decreto Lei nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990 (Brasil, 1990), no Capítulo 4, seção 1 - da embalagem e da rotulagem dos agrotóxicos, no Artigo 38, inciso 1, letra m, determina que na coluna central do rótulo devem ser escritos os dizeres; é obrigatório o uso de equipamentos de segurança. proteja-se. Ainda no Capítulo 6, deste Decreto Lei - do **receituário agrônomo**, no Artigo 53, inciso 3 - diagnóstico, letra m, determina que na receita tem que ter orientação quanto à utilização de equipamentos de proteção individual.

Entretanto, o uso de EPIs é um ponto da segurança do trabalho que requer ação técnica, educacional e psicológica para sua efetiva aplicação (Zóccchio, 1980):

- **técnica**, no sentido de determinar o tipo adequado de EPI face ao risco que irá neutralizar;
- **educacional**, para que o empregado saiba como usá-lo, de modo a oferecer o melhor rendimento possível; e
- **psicológica**, no sentido de o usuário convencer-se da necessidade de usar o equipamento como parte de sua atividade e de sentir-se bem com ele.

Não obstante a obrigatoriedade desta legislação, quanto ao fornecimento e uso de EPIs como medida de segurança no trabalho com agrotóxicos, deve-se considerar a exequibilidade desta determinação. Os EPIs disponíveis atualmente no mercado foram desenvolvidos para as condições de trabalho urbano, principalmente em ambiente coberto e fechado. Em condições de campo, em ambiente aberto e sob o sol, constata-se que estes EPIs causam grande desconforto no usuário, as vezes até dificultam o trabalho e resultando em maior fadiga. Eles impedem a dissipação do calor e a evaporação da água da superfície da pele, pois atuam impermeabilizando o corpo. Por outro lado, a eficiência destes equipamentos nunca é de 100%, pois ela depende muito do tipo de material, da forma ou modelo que são construídos e, principalmente, da forma como estão sendo usado pelos trabalhadores.

Ultimamente algumas empresas produtoras de agrotóxicos têm desenvolvido tecidos alternativos para proteção dos aplicadores de agrotóxicos, inclusive substituindo o princípio de proteção por impermeabilidade por proteção por hidrorrepelência. Os EPIs são confeccionados em tecidos de Brim com fios tratados com sais de alumínio ou teflon. Materiais do tipo não-tecido, de fibras sintéticas prensadas, também têm sido utilizados para confeccionar EPIs. Por exemplo, o Non woven da empresa Shell Brasil SA e o Tyvek da Du Pont do Brasil SA.

O Ministério da Saúde, considerando a forte recusa dos EPIs pelos usuários em condições de campo, devido ao intenso desconforto que causam, na sua legislação mais recente, Portaria nº 1 de 09 de dezembro de 1991 (Brasil, 1991), determina que a empresa produtora do agrotóxico ficará com a responsabilidade de apresentar ao Ministério da Saúde os dados que serão incluídos no rótulo, bula ou folheto. Entre estes dados estão as recomendações de segurança dos usuários, que podem ser feitas para determinadas condições específicas de aplicação dos agrotóxicos. Neste caso, a avaliação da exposição

dérmica potencial nas diversas partes do corpo do trabalhador e os cálculos de margens de segurança constituem-se em informação fundamental para se fazer tais recomendações.

A proteção através de EPIs poderá ser feita pelas empresas de acordo com as necessidades específicas, considerando-se as regiões do corpo mais expostas, os modelos e os materiais mais adequados. Pois, os EPIs são utilizados para controlar a exposições das partes do corpo, por isto devem ser usados de acordo com suas intensidades. Normalmente a exposição concentra-se mais em determinados locais, cujo padrão de distribuição é altamente dependente da atividade realizada e do tipo de aplicação (Fenske, 1990). Um exemplo desta possibilidade pode ser constatado nos resultados de Machado Neto & Matuo (1993), ainda nos estudos de segurança do pulverizador costal manual aplicando paraquat na cultura de milho. Verificaram que 93,7% da EDP total com o pulverizador com lança de 0,5 e 87,2% com lança de 1,0 m, concentraram nos pés e frente das coxas e pernas. Assim, a proteção de apenas estas regiões do corpo com botas e avental impermeáveis será suficiente para tornar estas condições de trabalho seguras ($MS > 1$).

Dentro deste enfoque, também há possibilidade inclusive de se recomendar o uso de equipamentos de aplicação comprovadamente mais seguros. Conseqüentemente, isto obrigaria as empresas produtoras de equipamentos de aplicação, como pulverizadores, a avaliarem e providenciarem itens de segurança em seus produtos. Na Tabela 2 encontra-se as porcentagens de penetração do herbicida atrazina em varios tipos de tecidos, em condições de laboratório, adaptadas dos resultados de Raheel (1991). No primeiro tecido, foram aplicadas 280 $\mu\text{g/cm}^2$, nas formulações pó molhável e suspensão concentrada. No segundo tecido, posicionado em baixo do primeiro, determinou-se as quantidades do herbicida que penetraram. Nestes dados comprova-se a importância do tipo de

material utilizado, com destaque para as maiores eficiências do não-tecido Tyvek, seguido pelo tecido de 100% algodão. Mas em condições de campo, é fundamental o modelo ou "design" para conferir conforto, além da eficiência que o material possa oferecer.

Tabela 2 - Porcentagens de penetração de atrazina em diferentes tecidos (Adaptado de Raheel, 1991)

Primeiro tecido (280 $\mu\text{g/cm}^2$)	Peso (g/m^2)	% de atrazina que penetrou e atingiu o segundo tecido	
		Pó molhável	Susp. concentrada
100% algodão	222	5,0	6,1
50/50 PET/algodão	210	10,0	11,1
65/35 PET/algodão	180	21,7	22,2
100% PET (poliéster)	116	53,5	60,3
100% náilon	150	43,8	34,2
100% acrílico	140	43,5	50,9
100% olefina (Tyvek)	40	0,03	0,03

A proteção da exposição respiratória está sendo realizada com máscaras semi-faciais de borracha, com filtros contra vapores orgânicos tóxicos. Entretanto, a exposição que ocorre durante as aplicações no campo é de gotas da pulverização, de diâmetros superiores a 100 micras, e não de vapores, pois a maioria dos produtos são de baixa pressão de vapor. As pequenas quantidades de vapores tóxicos que se formam são rapidamente dispersadas no ar atmosférico. Por tanto, os filtros a serem utilizados devem ser para filtrarem partículas - as gotas das pulverizações. Entretanto, devem ser resguardados os casos de produtos que realmente proporcionam a formação de vapores tóxicos, que são a minoria. As gotas ficam retidas nos pêlos do nariz ou são depositadas nos lábios e em torno da boca. As gotas que são filtradas no nariz se misturam e podem ser aspiradas e engolidas. As que se depositam nos lábios podem ser lambidas, tornando-se exposição oral, e todas alcançam o trato gastrointestinal. Apenas as de diâmetros menores

+ Imp. de BARRA/ALPZ no JUV. 60594

que 10 micras podem ser aspiradas, exposição respiratória. Considerando-se estes aspectos, acredita-se que poderiam ser utilizadas máscaras semi-faciais para filtrarem partículas, ou gotas, e de preferência as descartáveis a cada um ou dois dias de trabalho, para evitar reusá-las contaminadas. Nas máscaras tradicionais, troca-se apenas os filtros, a parte de borracha praticamente não é descartada e vai acumulando produtos com o uso. Ao serem usadas contaminadas, pois a descontaminação infelizmente não é uma prática comum neste meio, a pele do rosto fica exposta ao contato íntimo com os agrotóxicos contaminantes destas máscaras. Nestas condições as máscaras não descartáveis podem tornarem-se mais um fator de risco.

Diante destas informações, constata-se a grande e a urgente necessidade de se desenvolverem EPIs mais específicos e apropriados às condições de campo. Isto facilitará o usuário no cumprimento da legislação de segurança e proteção destes riscos, através das medidas passivas de segurança.

Bibliografia Citada

- ABBOTT, I.M.; BONSALL, J.L.; CHESTER, G.; HART, T.G.; TURBULL, G.J. Worker exposure to a herbicide applied with ground sprays in the United Kingdom. **Am. Ind. Hyg. Assoc. J.**, 48(2):167-175, 1987.
- BONSALL, J.L. Measurement of occupational exposure to pesticide. In: TURNBULL, G. J. ed. **Occupational hazards of pesticide use**. London, 1985. p.13-33.
- BRASIL. Portaria nº 3.067, de 12 de abril de 1988. **Diário Oficial da União**. Brasília, abr. 1988.
- BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, jul. 1989.
- BRASIL. Decreto Lei nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990. **Diário Oficial da União**. Brasília, jan. 1990.
- BRASIL. Portaria nº 01, de 09 de dezembro de 1991. **Diário Oficial da União**. Brasília, dez. 1991.
- BRONAUGH, R.L. In vitro methods for the percutaneous absorption of pesticides. In: HONEYCUTT, R.C.; ZWEIG, G.; RAGSDALE, N.N. eds. **Dermal exposure related to pesticide use - discussion of risk assessment**. Washington, 1985. p.33-41.
- BROUWER, D.H.; BROUWER, D.; DE VREEDE, J.A.F.; DE MIK, G.; VAN HEMMEN, J.J. Respiratory exposure to field-strength dusts in greenhouse during application and after re-entry. **Annual Report**, TNO Health Research - Medical Biological Laboratory. 1990. p.183-184.
- DURHAM W.F. & WOLFE, H.R. Measurement of the exposure of workers to pesticides. **Bull. Wld. Hlth. Org.**, 26:75-91, 1962.
- FENSKE, R.A. Nonuniform dermal deposition patterns during occupational exposure to pesticides. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, 19:332-337, 1990.
- FREITAS, A.P. **Tecnologia de aplicação de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar, na região de Orlândia-SP**. Jaboticabal, 1995. 31p. (Relatório de Estágio Curricular Optativo apresentado a FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo)
- GUY, R.H.; HADGRAFT, J.; MAIBACH, H.I. Transdermal absorption kinetics: a physicochemical approach. In: HONEYCUTT, R.C.; ZWEIG, G.; RAGSDALE, N.N. eds. **Dermal exposure related to pesticide use - discussion of risk assessment**. Washington, 1985. p.19-31.
- MACHADO NETO, J.G. **Exposição dérmica potencial ao paraquat aplicado com pulverizadores costais manuais convencionais e adaptados com medidas de segurança coletiva, eficiência no controle das plantas daninhas e seletividade para a cultura de milho (*Zea mays* L.)**. UNESP/FCAV- Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 1992. 23p. (Relatório Técnico)

- MATHIAS, C.G.T.; HINZ, R.S.; GUY, R.H. MAIBACH, H.T. Percutaneous absorption: interpretation of in vitro data and risk assessment. In: HONEYCUTT, R.C.; ZWEIG, G.; RAGSDALE, N.N. eds. **Dermal exposure related to pesticide use - discussion of risk assessment.** Washington, 1985. p.13-17.
- RAHEEL, M. Pesticide transmission in fabrics - effect of particulate soil. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 46:845-851. 1991.
- REINERT, J.C.; NIELSEN, A.P.; LUNCHICK, C.; HERNANDEZ, O.; MAZZEFA, D.M. The United States Environmental Protection Agency's Guidelines for applicator exposure monitoring. **Toxic. Letters**, 33:183-191. 1986.
- SEVERN, D.J. Use of exposure data for risk assessment. In: SIEWIERSKI, M. ed. **Determination and assessment of pesticide exposure.** ELSEVIER, New York, 1984. p.13-19.
- SMITH, L.W. Development of safe use practices for pesticides. In: SIEWIERSKI, M. ed. **Determination and assessment of pesticide exposure.** New York, Elsevier, 1984. p.39-52.
- TURNBULL, G.J.; SANDERSON, D.M.; CROME, S.J. Exposure to pesticide during application. In: TURNBULL, G.J. ed. **Occupational hazards of pesticide use.** London, Taylor & Francis, 1985. p.35-49.
- WHO. World Health organization. Survey of exposure to organophosphorus pesticides in agriculture - standard protocol. **Document VBC/75.9**, Geneva. 1975.
- WOLFE, H.R.; DURHAM, W.F.; ARMSTRONG, J.F. Exposure of workers to pesticides. **Arch. Environ. Hlth.**, 14:622-633, 1967
- WOLFE, H.R.; ARMSTRONG, J.F.; STAIFF, D.C.; COMER, S.W. Exposure of spraymen to pesticide. **Arch. Environ. Hlth**, 25:29-31, 1972.
- ZÓCCHIO, A. **Prática da prevenção de acidentes - abc da segurança do trabalho.** 4. ed. São Paulo, Atlas, 1980. 186p.