

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SEGURANÇA DO TRABALHADOR EM APLICAÇÕES DE
HERBICIDAS COM PULVERIZADORES DE BARRA EM
CANA-DE-AÇÚCAR.**

Glauberto Moderno Costa

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SEGURANÇA DO TRABALHADOR EM APLICAÇÕES DE
HERBICIDAS COM PULVERIZADORES DE BARRA EM
CANA-DE-AÇÚCAR.**

Glauberto Moderno Costa

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Gonçalves Machado Neto

**Dissertação apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias
e Veterinárias – Unesp, Campus
de Jaboticabal, como parte das
exigências para obtenção do
título de Mestre em Agronomia –
Área de concentração em
Produção Vegetal.**

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Abril - 2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GLAUBERTO MODERNO COSTA – nasceu no dia 15 de agosto de 1971, na cidade de São Paulo, capital do Estado de São Paulo. Realizou seus estudos em escolas particulares. Coursou Agronomia na UNESP, Campus de Jaboticabal, de 1992 a 1996. Exerce a função de Engenheiro Agrônomo desde sua formação, em 1997 na empresa Herbicat Ltda, de Catanduva, oeste do Estado de São Paulo, com ênfase na área técnica e comercial para o tratamento fitossanitário das culturas de citros, floresta, cereais, hortifrutigranjeiros, café e cana-de-açúcar. Ocupa atualmente o cargo de Coordenador Regional de Mercado. Em 1998, realizou o Curso de Pós-graduação “Latu Sensu” pela Universidade Federal de Viçosa, na área de Proteção de Plantas. Em 2001, realizou o Curso de Pós-graduação MBA em Marketing, pela FAECA – Faculdade de Administração de Catanduva. Coursou Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal), na UNESP de Jaboticabal entre 2005 e 2007. Colabora com a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, ministrando cursos, palestras em seminários e simpósios e aulas na disciplina de Tratamento Fitossanitário e Tratamento Domissanitário para os alunos de graduação e pós-graduação. Participa anualmente do Curso de Aperfeiçoamento em Tecnologia de Produção de Cana-de-Açúcar da Universidade do Oeste Paulista dando aulas sobre o tema Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. Possui extensa experiência na área de pulverizadores e na área da Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários.

EPÍGRAFE

Acreditar em sonhos é crer que todo ser humano é capaz. Basta perseverança, fé, esperança, disciplina, disposição, horizonte e a oportunidade. Estas são as premissas que designo como fundamentais para a realização de um sonho.

Este trabalho significa o resultado de um sonho, que se torna realidade, expressando uma conquista árdua, porém gratificante.

A segurança do trabalhador é fundamental para que este também continue a sonhar e que seus sonhos se tornem realidade algum dia. Que os profissionais voltados ao setor do agronegócio possam usufruir destes resultados e que novas pesquisas sejam desenvolvidas na área de segurança ocupacional, e assim, os sonhos permanecerão vivos.

Para justificar a realização deste grande sonho que se torna em realidade, deixo representadas as palavras do psiquiatra, escritor e professor Dr. Augusto Cury: "...os sonhos são como bússola, indicando os caminhos que seguiremos e as metas que queremos alcançar. São eles que nos impulsionam, nos fortalecem e nos permitem crescer. Se os sonhos são pequenos, nossas possibilidades de sucesso também serão limitadas. Desistir dos sonhos é abrir mão da felicidade porque quem não persegue seus objetivos está condenado a fracassar 100% das vezes...".

A Deus e nosso senhor Jesus Cristo, pelo dom da vida, pelas lutas, vitórias e conquistas. Pelo seu infinito amor e misericórdia. Pela capacitação, sabedoria, entendimento e discernimento dado pela sua infinita graça e majestade, Louvo-te...

*À MINHA ESPOSA, VANIA Elizabete,
esposa sábia que edifica o lar,
amiga, companheira. Pelo seu apoio,
compreensão e presença constante em
minha vida,
Ofereço...*

*À Helena, minha DOCE E AMADA filha, meu AMADO pai Wilson e
AMADA mãe Maria de Lourdes, meus irmãos glauco, gláucia,
glauber e viviane. Pelo amor, respeito e união. Por
acreditarem que o ser humano é capaz,
Dedico...*

AGRADECIMENTOS

- * À Deus Pai, Filho e Espírito Santo, por me guiarem e serem a luz de minha trajetória de vida.
- * Ao Prof. Dr. Joaquim Gonçalves Machado Neto por seus ensinamentos, paciência, apoio e orientação. Suas contribuições e ensinamentos servirão para todos os dias. Sua experiência e profissionalismo tornaram capaz a realização deste trabalho.
- * Ao Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira pela sua estimada amizade, seu apoio, caráter, profissionalismo e pelo seu incessante apoio ao projeto. Pela contribuição na tentativa de captar recursos para a execução deste trabalho. Pela participação à banca examinadora e valiosas sugestões para o aprimoramento do trabalho.
- * Ao Prof. Dr. Casimiro Dias Gadanha Junior pela participação à banca examinadora e valiosas sugestões para aprimoramento do trabalho.
- * Ao Eng.^o Agr.^o Luís César Pio, grande amigo, professor, de quem muito me orgulho de tê-lo como meu empregador, como meu amigo e mestre. Sempre apoiando e ensinando aos seus amigos e funcionários que o ser humano é capaz, basta sonhar, se empenhar e acreditar. Pelo financiamento de parte do trabalho.
- * A Maria Emília, por sua estimada amizade, carinho e contribuição para a execução do projeto.
- * Ao Dr. Mauricio Leite de Oliveira, pesquisador científico, pelo apoio, ensinamentos, esclarecimentos e amizade. Pelo acompanhamento de todas as fases da execução deste trabalho. Pelo companheirismo durante as viagens para execução desta pesquisa.
- * Ao amigo Marcio Luiz Perroni, por ter me apoiado para a realização do mestrado e pelos contatos com a empresa que patrocinou parte deste trabalho.
- * Ao Bruno e a Danielle Duo pelo apoio dado na execução do trabalho, na fase de laboratório. A amizade criada e ao companheirismo. Seus auxílios foram memoráveis.
- * Aos amigos da empresa Herbicat, pelo apoio e compreensão quando de minha ausência para execução deste trabalho.

- * Aos Engenheiros Agrônomos Fabio Pacheco e Marquinhos, da Usina Santa Rita Açúcar e Alcool, pelo apoio financeiro dado a execução deste trabalho.
- * Aos colegas Zezinho, João, Baldin e toda equipe de aplicação de herbicida que colaboraram no desenvolvimento desta pesquisa.
- * Aos sinceros colegas pós-graduandos que conviveram comigo, me apoiaram e me acompanharam nesta fase da minha vida: Bióloga Elis, Msc., Eng^a. Agr^a. Letícia Msc., Bióloga Jaqueline, Bióloga Louize, Eng.^o Agr.^o Gleibson e tantos outros doutores e mestres que estiveram comigo.
- * As colegas Raquel Matassa de Assis e Maria Isabel Vitale, pelo apoio logístico da secretaria que foram imprescindíveis à viabilização de inúmeros serviços durante curso.
- * Ao amigo e incansável Técnico Agrícola Gilson José Leite. Grande caráter, trabalhador e excelente profissional.
- * Aos meus padrinhos, Benedito e Benedita, pela presença constante em todas as etapas de minha vida.

Meus sinceros votos de agradecimento e que Deus lhes abençoe!

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Segurança no trabalho com agrotóxicos.....	5
2.2. Determinação da segurança das condições de trabalho com agrotóxico.....	6
2.3. Exposição no trabalho com os agrotóxicos.....	8
2.3.1. Importância relativa das vias de exposição.....	8
2.3.2. Distribuição da exposição dérmica aos agrotóxicos nas regiões do corpo.....	8
2.4. Medidas de segurança coletiva no trabalho com agrotóxicos....	10
2.4.1. Proteção por distância e posição do posto de trabalho em relação à pulverização.....	10
2.4.2. Uso de cabina em tratores como medida de proteção coletiva do tratorista.....	13
2.4.3. Uso do tempo de exposição como medida de segurança coletiva no trabalho com agrotóxicos.....	14
2.4.4. Uso da tecnologia de aplicação com medida de segurança no trabalho com agrotóxicos.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Localização do ensaio de campo	18
3.2. Delineamento experimental	18
3.3. Características dos conjuntos trator e pulverizador.....	20
3.4. Condições ambientais durante a execução do trabalho	24
3.5. Avaliação das exposições dérmicas	25
3.6. Avaliação das exposições respiratórias	28

3.7. Cálculo da segurança das condições de trabalho	29
3.8. Critério para classificação da segurança das condições de trabalho.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Exposições dérmicas e respiratórias às caldas e estimativas da eficiência das medidas de segurança coletiva testadas.....	33
4.2. Distribuição das exposições dérmicas nas regiões do corpo do tratorista.....	38
4.2.1. Efeito da cabina no trator com o pulverizador de barra central equipado com ponta sem indução de ar.....	38
4.2.2. Efeito da cabina no trator com o pulverizador de barra central equipado com ponta com indução de ar.....	40
4.2.3. Efeito da cabina no trator com o pulverizador de barra traseira equipado com ponta sem indução de ar.....	42
4.2.4. Efeito da cabina no trator com o pulverizador de barra traseira equipado com ponta com indução de ar.....	44
4.3. Segurança das condições de trabalho	46
4.3.1. Efeito da barra central do pulverizador.....	46
4.3.2. Efeito da barra traseira do pulverizador.....	50
5. CONCLUSÕES	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Condições de trabalho estudadas na atividade de tratorista em pulverizações de herbicidas em pré e pós-emergência da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Jaboticabal, 2007.....	19
2. Dados médios dos tempos de pulverização durante a realização das avaliações dérmicas e respiratórias no campo. Fase I – Paraíso, SP. Fase II – Pirassununga, SP, 2006.....	24
3. Dados das condições ambientais durante a realização das avaliações das exposições dérmicas e respiratórias no campo. Fase I – Paraíso, SP. Fase II – Pirassununga, SP, 2006.....	25
4. Recomendações de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar para avaliação da segurança das condições de trabalho do tratorista (ANDREI, 1999; SAI, 2006), com os respectivos valores de NOEL (TGA, 2006).....	30
5. Valores médios das exposições dérmicas (EDP) e exposições respiratórias (ERP) proporcionadas ao tratorista aplicando herbicidas em cultura de cana-de-açúcar nas oito condições avaliadas. Jaboticabal, 2006.....	34
6. Resultado das análises estatísticas dos dados de exposições dérmicas às caldas proporcionadas ao tratorista nas oito condições avaliadas de aplicação de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar. Jaboticabal, 2006.....	35
7. Valores da análise do desdobramento da interação entre os fatores com os dados das ED às caldas proporcionadas ao tratorista nas oito condições avaliadas de aplicação de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar. Jaboticabal, 2006.....	37
8. Valores médios das EPs, EDNCs, MS, NCE e TTS do tratorista aplicando os herbicidas registrados para a cultura de cana-de-	

- açúcar, utilizando o pulverizador com barra central equipado com pontas de pulverização sem indução de ar. Jaboticabal. SP. 2006.... 48
9. Valores médios das EPs, EDNC, MS, NCE e TTS do tratorista aplicando os herbicidas registrados para a cultura de cana-de-açúcar utilizando o pulverizador com barra central equipado com pontas de pulverização com indução de ar. Jaboticabal. SP. 2006.... 49
10. Valores médios das EPs, EDNCs, MS, NCE e TTS do tratorista aplicando os herbicidas registrados para a cultura de cana-de-açúcar utilizando o pulverizador com barra traseira equipado com pontas de pulverização sem indução de ar. Jaboticabal. SP. 2006. 52
11. Valores médios das EPs, EDNCs, MS, NCE e TTS do tratorista aplicando os herbicidas registrados para a cultura de cana-de-açúcar utilizando o pulverizador com barra traseira equipado com pontas de pulverização com indução de ar. Jaboticabal. SP. 2006. 53

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Pulverizador modelo Herbiplus com barra central montado em trator sem cabina.....	12
2. Trator MF 275 cabinado, equipado com pulverizador de Barra Central, Herbiplus.....	21
3. Trator MF 275 sem cabina, equipado com pulverizador de Barra Central, Herbiplus.....	22
4. Trator Ford 6630 sem cabina, equipado com pulverizador de Barra Traseira, modelo Condor 600.....	22
5. Trator John Deere com cabina original, equipado com pulverizador de Barra Traseira, modelo Falcon 800.....	23
6. Tratorista com as vestimentas amostradoras das EDs nas regiões do corpo.....	27
7. Distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra central e pontas sem indução de ar, modelo TF-VP3. Jaboticabal, SP, 2006.....	39
8. Distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra central utilizando-se as pontas de pulverização com indução de ar, modelo TTI-11004VP. Jaboticabal, SP, 2006.....	42
9. Distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra traseira utilizando-se as pontas de pulverização sem indução de ar, modelo TF-VP3. Jaboticabal, SP, 2006.....	43
10. Distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra traseira utilizando-se as pontas de pulverização com indução de ar, modelo TTI-11004VP. Jaboticabal, SP, 2006.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURAS.....	Descrição
ED.....	Exposição dérmica
EDNC.....	Exposição dérmica não controlada
EDP.....	Exposição dérmica potencial
EPI.....	Equipamento de proteção individual
ER.....	Exposição respiratória
ERP.....	Exposição respiratória potencial
FS.....	Fator de segurança
MS.....	Margem de segurança
NCE.....	Necessidade de controle da exposição
NOEL.....	Nível de efeitos não observados
OMS.....	Organização Mundial da Saúde
P.....	Peso médio do trabalhador
QAE.....	Quantidade absorvível da exposição
TEE.....	Tempo de trabalho efetivo
TTS.....	Tempo de trabalho seguro

SEGURANÇA DO TRABALHADOR EM APLICAÇÕES DE HERBICIDAS COM PULVERIZADORES DE BARRA EM CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO - Os objetivos deste trabalho foram de quantificar as exposições dérmicas e respiratórias do tratorista em aplicações de herbicidas em cultura de cana-de-açúcar, avaliando a eficiência de pontas com indução de ar, da barra central e da cabina do trator, separadamente ou combinadas, como medidas de proteção coletiva e classificar as pulverizações das 46 recomendações de herbicidas para cultura de cana-de-açúcar em seguras ou inseguras, calculando o tempo de trabalho seguro e a necessidade e controle da exposição para as condições inseguras. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 2 x 2 x 2. O fator A foi a posição da barra no pulverizador (traseira ou central); o fator B a condição do trator (sem e com cabina); e o fator C o modelo da ponta de pulverização (TF – Turbo Floodjet[®] - ou TTI – Turbo TeeJet Air Induction[®]). A exposição dérmica potencial do tratorista foi reduzida em 46% com o uso da barra central, em 20% com a cabina e em 0,07% com as pontas TTI. Das 46 recomendações, 32,6% delas foram seguras com o pulverizador de barra central sem a cabina e com as pontas TF e 34,8% com as pontas TTI. Com a cabina, 36,9% foram seguras com as pontas TF e 39,1% com as pontas TTI. Com o pulverizador de barra traseira sem a cabina, 30,4% das recomendações foram seguras com as pontas TF e 28,3% com as pontas TTI. Com a cabina, 30,4% das recomendações foram seguras com as pontas TTI. A condição mais segura para o tratorista ocorreu com o pulverizador de barra central, trator com cabina e pontas TTI. A cabina do trator é eficiente como medida de proteção coletiva para o controle da exposição dérmica do tratorista em aplicações de herbicidas em cana-de-açúcar com pulverizadores de barra.

Palavras-chave - exposição dérmica, ponta de pulverização, tamanho de gotas, tratorista, deriva.

SAFETY OF THE WORKER IN HERBICIDE APPLICATIONS OF HERBICIDAS WITH BAR SPRAYER IN SUGAR CANE

ABSTRACT - The objectives of this work were to quantify the exposures dermal and respiratory of the tractor driver in herbicides applications in sugar-cane crop; to evaluate the efficiency of nozzles with air induction, of the central bar and of the cabin of the tractor, isolated or combined, as measures of collective safety for the tractor driver; and to classify the 46 recommendations the herbicides registered spraying for sugar-cane in safe or unsafe for the tractor driver in these work conditions. The used statistical arrangement was the completely randomized plot in the factorial outline 2 x 2 x 2. The factor A was the position of the bar in the sprayer; the factor B was the condition of the tractor; and the factor C was the model of the spraying tip (TF – Turbo Floodjet[®] or TTI - Turbo TeeJet Air Induction[®]). The potential dermal exposure of the tractor driver was reduced in 46% with the use of the central bar, in 20% with the cabin and in 0,07% with the nozzles TTI, in spraying with extremely course drops. Of the 46 recommendations herbicides for sugar-cane crop, 32,6% of them were safe with the sprayer of central bar without the cabin and with the nozzle TF and 34,8% with the nozzle TTI. With the cabin, 36,9% were safe with the nozzle TF and 39,1% with the nozzle TTI. In the applications with the sprayer of back bar without the cabin, 30,4% of the recommendations were safe with the nozzle TF and 28,3% with the nozzle TTI. With the cabin, 30,4% of the recommendations were safe with the nozzle TTI. The safest condition for the tractor driver was the herbicides application with the sprayer with central bar, tractor with cabin and nozzle TTI. The cabin of the tractor is efficient as measure of collective protection for the control of the exposure dermal of the tractor driver in herbicides applications in sugar-cane with bar sprayer.

Key-words - dermal exposure, droplet size, nozzle, tractor driver, drift.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e a região centro-sul é o maior centro produtor brasileiro. O Estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor, líder em produtividade e pelo uso de tecnologia na cultura de cana-de-açúcar, sendo responsável por 72,15% da produção brasileira na safra 2006/2007. Entre as tecnologias utilizadas destaca-se o uso de herbicidas para o controle das plantas daninhas. No ano de 2006, dos herbicidas comercializados no país, 7% foram aplicados na cultura de cana-de-açúcar entre 79 formulações comerciais registradas. Os herbicidas foram 40% de todos os agrotóxicos comercializados em 2005 (SINDAG, 2006).

Dentre os vários problemas que ocorrem com a pulverização aplicada sem critérios, destaca-se o risco de deriva, cuja consequência é a perda da eficiência do tratamento e aumento da contaminação do solo, da água, do ar e da exposição dos trabalhadores aos agrotóxicos, entre outros. Diversos problemas, dentre os relacionados à contaminação ambiental e à saúde pública, têm ocorrido com o emprego dos herbicidas na cultura da cana-de-açúcar. A qualidade de vida do trabalhador rural e da população, em geral, sofre com os impactos das pulverizações realizadas na

agricultura. Como exemplos destes impactos, destacam-se as ocorrências de intoxicações ocupacionais.

Como medida de segurança no trabalho com agrotóxicos, geralmente se recomenda apenas o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs). No entanto, adotar medidas de preventivas, que atuam na causa dos riscos com intoxicações ocupacionais, deve ser prioritário nas tomadas de decisões para a realização da pulverização. Sabendo-se que o agente principal dos casos de contaminação ou intoxicação do tratorista é a deriva, definir modelos de pontas de pulverização que proporcionem redução da deriva é fundamental para preveni-lo de contaminação e ou riscos de intoxicação. Quanto maior o diâmetro da gota, menor o risco de deriva e de evaporação e, conseqüentemente, menor o risco de contaminação de áreas não-alvos e de exposição aos trabalhadores. As pulverizações de herbicidas em pré ou pós-emergência inicial na cultura de cana-de-açúcar atende este princípio da tecnologia de aplicação de agrotóxicos, pois a grande maioria das pulverizações é realizada com pulverizadores de barra montados em trator e com pontas de pulverização que produzem gotas grossas.

Com a evolução da tecnologia dos fabricantes de pontas de pulverização, surgiram pontas de jato plano capazes de gerar gotas grandes, denominadas de pontas de deriva reduzida, devido à produção mínima de gotas com diâmetro inferior a 100 μm . Neste desenvolvimento surgiram também as pontas com indução de ar, que produzem gotas grandes, resistentes à deriva e à evaporação durante o seu deslocamento entre o pulverizador e o alvo biológico. Com estas características, as pontas com indução de ar podem resultar em menores exposições aos trabalhadores e se enquadrarem como medida de proteção coletiva aplicada nos pulverizadores.

Em qualquer pulverização os operadores ficam expostos às caldas, seja por contato direto, seja pela deriva ocorrida entre a ponta de pulverização e o alvo de depósito. Como o risco de intoxicação ocupacional com os agrotóxicos existe em qualquer modalidade de pulverização e ainda é influenciado por diversos fatores de risco dominantes nas condições específicas de trabalho, as características estruturais do equipamento de aplicação, do trator e da posição do trabalhador no seu posto de

trabalho são fatores que afetam a intensidade da exposição e, conseqüentemente, o risco proporcionado ao trabalhador pela condição de trabalho.

Nas aplicações de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar, o risco de intoxicação dos tratoristas pode ser afetado pelo tipo de ponta de pulverização, pela posição da barra de pulverização e pelo uso de cabina no trator, inclusive classificada como medida de proteção coletiva.

A segurança do trabalhador, ao contrário do risco, que pode ser avaliada através das exposições dérmicas e respiratórias, será beneficiada quando da melhoria na tecnologia de aplicação dos agrotóxicos, principalmente quando atuar reduzindo a deriva das pulverizações. Ao se reduzir a deriva, também se reduz a exposição do trabalhador que é resultante da interação dos diversos fatores de riscos dominantes, principalmente da intensidade da deriva da pulverização. Portanto, se o uso de cabina, de pontas de pulverização com indução de ar e posição da barra do pulverizador reduzir a exposição ocupacional estes fatores podem ser classificados como medidas de segurança preventiva ou de proteção coletiva.

Os pulverizadores utilizados para aplicação de herbicidas em culturas de cana-de-açúcar estão sendo equipados com pontas de pulverização com indução de ar para reduzirem a deriva. Porém pouco se conhece sobre o efeito desta tecnologia das pontas de pulverização sobre a redução da exposição proporcionada ao trabalhador e principalmente nos pulverizadores com barras localizadas no centro do trator.

Diante das considerações expostas, os objetivos do presente trabalho foram:

1 - quantificar as exposições dérmicas e respiratórias do tratorista em aplicações de herbicidas em cultura de cana-de-açúcar, avaliando a eficiência de pontas com indução de ar, da barra central e da cabina do trator, separadamente ou combinadas, como medidas de proteção coletiva;

2 - classificar as pulverizações das 46 recomendações de herbicidas para cultura de cana-de-açúcar em seguras ou inseguras para o tratorista nestas condições de trabalho, calcular o tempo de trabalho seguro e a necessidade e controle da exposição para as condições inseguras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ocorrência das plantas daninhas em áreas canavieiras é o principal problema fitossanitário da cultura de cana-de-açúcar, pois a produtividade da cultura sofre interferência direta através da competição por água, luz e nutrientes (DEUBER, 2003; LORENZI, 2000). As plantas daninhas são eficientemente controladas na cultura de cana-de-açúcar por meio de aplicações de herbicidas e com custo financeiro inferior aos sistemas de controle físico e mecânico (DEUBER, 2003).

Nas pulverizações de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar, como em qualquer outra, pode ocorrer a formação de deriva, que proporciona riscos ambientais e ocupacionais. Portanto, na pulverização eficiente todos os esforços tecnológicos são empregados para acertar o alvo, reduzindo a deriva e resultando em maior eficiência do tratamento fitossanitário, menores riscos e maior segurança.

No que se refere aos riscos ocupacionais, a legislação federal mais recente, NR 31, da Portaria 86, de 03-03-2005, determina às condições de segurança do trabalhador rural (BRASIL, 2005). Ficou estabelecido que todo empregador rural, independente de sua posição socioeconômica, é obrigado a cumprir as normas e regulamentações dispostas na NR-31.

Nesta norma foi determinado que cabe ao empregador rural ou equiparado realizar avaliações dos riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores. Com base nos resultados, deve adotar medidas de proteção para garantir que todas as atividades, lugares de trabalho, máquinas, equipamentos, ferramentas e processos produtivos sejam mais seguros e em conformidade com as normas de segurança e saúde (BRASIL, 2005).

2.1. Segurança no trabalho com agrotóxicos

A segurança no trabalho é um conjunto de medidas e ações que são aplicadas para prevenir acidentes nas atividades das empresas (ZÓCCHIO, 1992). As medidas de segurança podem ser agrupadas em medidas preventivas e de proteção.

As medidas preventivas atuam nas causas dos riscos e são aplicadas no meio ou ambientes de trabalho para neutralizar ou reduzir a exposição e ou a toxicidade que os trabalhadores estão expostos. Também são aplicadas quando se faz o treinamento e a capacitação do trabalhador.

As medidas de proteção são agrupadas em medidas de proteção coletiva e de proteção individual. As medidas de proteção são aplicadas em condições de trabalho classificadas como inseguras e há a necessidade de proteção do trabalhador. As medidas de proteção coletiva são aplicadas no meio ou nos ambientes de trabalho, para controlar a exposição proporcionada pela condição de trabalho ou toxicidade do agrotóxico. As medidas de proteção individual são aplicadas diretamente sobre o corpo do trabalhador para controlar apenas as exposições dérmicas ou respiratórias proporcionadas pelas condições de trabalho. Portanto, as ações em tecnologia de aplicação com efeitos na segurança do trabalho são classificadas como medida de segurança preventiva ou de proteção coletiva, pois atuam diretamente na redução da exposição proporcionada pelas condições de trabalho.

Em aplicações de agrotóxicos no campo as condições climáticas, principalmente em locais com temperatura e umidade relativa do ar elevadas, como as que ocorrem no Brasil, dificultam o uso de equipamentos de proteção individual, pois aumentam muito o

desconforto destas vestimentas para o trabalhador como medidas de proteção coletiva. Nestas condições de trabalho podem ser utilizados os princípios de proteção por distância, por tempo de trabalho e por mudança nos métodos de trabalho utilizados (COPPLESTONE, 1989).

2.2. Determinação da segurança das condições de trabalho com agrotóxicos

A segurança das condições de trabalho com agrotóxicos depende do risco de intoxicação que o trabalhador estiver exposto. O risco de intoxicação ocupacional com agrotóxicos depende da toxicidade do produto e do grau de exposição (TURNBULL, 1985). O risco de intoxicação ocupacional com agrotóxico é representado pela probabilidade da ocorrência de lesões devido à exposição durante o uso ou manipulação de um agrotóxico (MACHADO NETO, 2001).

OLIVEIRA (2004) destaca como fatores de risco ocupacional as características toxicológicas do ingrediente ativo presente na formulação, a formulação utilizada, as exposições proporcionadas por cada etapa de trabalho e a percepção do risco dos trabalhadores, que está intimamente ligada à personalidade e nível cultural de cada indivíduo. A exposição ocupacional aos agrotóxicos é influenciada pelo tipo de trabalho ou atividade realizada, da forma como é realizado e do tipo de formulação do produto (JENSEN, 1984).

A exposição dos trabalhadores aos agrotóxicos pode ser real ou potencial. A exposição real refere-se à quantidade absoluta do agrotóxico que entra em contato com o corpo, ficando prontamente disponível para ser absorvida nas vias dérmicas, respiratórias ou orais, em um dado momento (BONSALL, 1985).

A exposição potencial refere-se à quantidade do agrotóxico coletada sobre a pele e nas vias respiratória e oral do trabalhador, ou com potencial de atingi-la na ausência ou completa permeabilidade das roupas utilizadas no momento da operação (TURNBULL et al. 1985). Assim, a exposição proporcionada pelas condições específicas de trabalho é a exposição potencial, resultante da interação dos seus fatores de risco dominantes nas condições específicas de trabalho.

Para classificar as condições de trabalho em seguras ou inseguras, SEVERN (1984) propôs uma fórmula que calcula a margem de segurança (MS), onde a dose segura do agrotóxico, é comparada com a quantidade absorvível da exposição (QAE) proporcionada pela condição de trabalho ao trabalhador com as devidas correções. Esta fórmula foi utilizada por MACHADO NETO (1997), que adotou um fator de segurança (FS) de valor igual a 10. Este FS, multiplicando a QAE, foi adotado para compensar a extrapolação dos dados toxicológicos obtidos em animais de laboratório (NOEL) para o homem.

O critério utilizado para se classificar a segurança das condições de trabalho, segundo MACHADO NETO (1997), são os seguintes:

- se $MS \geq 1$, a condição é classificada como segura, o risco de intoxicação e a exposição ocupacional são aceitáveis; e
- se $MS < 1$, a condição é classificada como insegura, isto é, o risco de intoxicação e a exposição ocupacional são inaceitáveis.

Nas condições de trabalho inseguras deve-se estimar a necessidade de controle da exposição (NCE) ocupacional para tornar a condição de trabalho segura ($MS \geq 1$), que pode ser calculada com a fórmula proposta por MACHADO NETO (1997), que é a seguinte: $NCE = (1 - MS < 1) \times 100 (\%)$.

LAPUENTE (1996) calculou a margem de segurança (MS) para o tratorista aplicando acaricidas para combate ao ácaro da leprose na cultura de citros com o turbopulverizador. Para a atividade de tratorista, classificaram-se como seguras ($MS \geq 1$) as aplicações dos acaricidas propargite, bifentrin, bromopropilato, óxido de fenbutatina e hexitiazox, entre os nove acaricidas estudados.

OLIVEIRA (2004) calculou a margem de segurança do trabalhador na cultura da batata, sem nenhuma medida de proteção e todas as recomendações de agrotóxicos foram classificadas como inseguras para o trabalhador ($MS < 1$). Somente com a utilização de algumas medidas de segurança, como a utilização do protótipo de barra manual protegida, com o uso do pulverizador Knapik, e com a utilização dos EPI's, as recomendações de alguns agrotóxicos se tornaram seguras ($MS \geq 1$).

2.3. Exposição no trabalho com os agrotóxicos

A exposição ocupacional aos agrotóxicos, em condições de campo, ocorre através das vias dérmicas e respiratórias do corpo dos trabalhadores.

2.3.1. Importância relativa das vias de exposição

Após a determinação da segurança das condições de trabalho, há a necessidade de se conhecer a importância relativa das vias de exposição para se selecionar as medidas de segurança mais adequadas. Em muitos trabalhos de pesquisa tem-se constatado a grande predominância da exposição dérmica sobre a respiratória (DURHAM & WOLFE, 1962; WOLFE et al., 1967; WOLFE et al., 1972). A partir destes dados de pesquisa, a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1975, editou um Protocolo Padrão (WHO, 1975). Neste documento, a OMS propõe que, quando não for avaliada, a exposição respiratória pode ser substituída por 10% da exposição dérmica avaliada, e o risco de intoxicação ocupacional pode ser calculado com a fórmula original de DURHAM & WOLFE (1962) com esta substituição.

Foi constatado, em alguns trabalhos realizados no país sobre a avaliação da exposição ocupacional dos aplicadores de agrotóxicos, que a exposição dérmica foi muito superior à respiratória (OLIVEIRA & MACHADO NETO, 2003a; OLIVEIRA & MACHADO NETO, 2003b; TÁCIO, 2005). Estes autores destacaram que na seleção de medidas de segurança devem prevalecer as que protegem a via de maior exposição. Portanto, para se aplicar as medidas de segurança deve-se conhecer, além da importância relativa da via dérmica, a distribuição da exposição dérmica proporcionada pelas condições de trabalho nas regiões do corpo do trabalhador.

2.3.2. Distribuição da exposição dérmica aos agrotóxicos nas regiões do corpo

A avaliação da exposição dérmica proporcionada pelas condições de trabalho ao trabalhador é realizada nas diversas regiões do corpo com amostradores padronizados.

A exposição dérmica total é obtida por meio da soma das exposições parciais avaliadas nas regiões do corpo do trabalhador exposto. Esta informação é de fundamental importância para se priorizar o uso de medidas de segurança coletiva ou individual.

MACHADO NETO (2001) avaliou a segurança dos trabalhadores aplicando o herbicida glyphosate na cultura de eucalipto com o pulverizador tratorizado de arrasto adaptado com três princípios tecnológicos da engenharia voltados à tecnologia de aplicação. As modalidades foram: barra convencional; barra adaptada denominada de arrastão, que utiliza o tratorista e o aplicador (semi-mecanizado) com lanças trabalhando à baixa pressão; e o semi-mecanizado com o tratorista, aplicador e ajudante do aplicador, com uma pistola de pulverização de alta pressão (110 PSI) e de longo alcance.

Com o pulverizador de barra convencional, MACHADO NETO (2001) verificou que, as maiores exposições do tratorista ocorreram no tronco-frente (28,4 % da exposição dérmica potencial total), braços (20%) e pernas-frente (13%). Com o sistema semi-mecanizado a distribuição da exposição nas regiões do corpo do tratorista foram semelhantes à com o pulverizador convencional. Porém, para o tratorista com a barra de arrastão, as regiões mais expostas foram os braços (27,2%), as coxas e pernas na frente (23,8%), os pés (15,4%) e o tronco-frente (13,3%). Para os aplicadores com as pistolas da barra arrastão, as regiões mais expostas foram às coxas e pernas na frente (35,7%) e atrás (14,8%), que somaram 50,5% da exposição dérmica total, seguidas pela região dos braços (24,1%) e pés (11,1%). Na atividade de ajudante do aplicador, necessário nesta operação, a EDP concentrou-se nas coxas e pernas na frente (28,0%) e atrás (15,7%), que somaram 43,7% do total, enquanto que nos braços ocorreram 11,5% e nos pés de 11,1%. Mais uma vez, verifica-se que alterando a tecnologia empregada ao pulverizador, os valores das exposições dérmicas e os riscos de intoxicação são diferentes para cada modalidade de pulverização.

A segurança dos tratoristas aplicando o herbicida ghyphosate na cultura de eucalipto com o pulverizador montado com a barra protegida denominada de "Conceição" normal e aberta (sem a lona plástica protetora da barra de pulverização) também foi avaliada por MACHADO NETO (2001). Com a barra protegida, a exposição

dérmica do tratorista ficou concentrada nos pés (28,8%), nas mãos (27,8%), coxas e pernas (19,4%), sendo 13,5% na frente e 5,9% atrás, e nos braços 8,8%. A exposição dérmica nos membros inferiores (coxas + pernas + pés) somou 48,2% da total. Com a barra aberta, sem a lona de proteção, a exposição dérmica do tratorista ficou concentrada nas mãos (50%), nos pés (19,7%), nas coxas e pernas (21,4%), sendo 18,0% na frente e 3,4% atrás, e nos braços de 4,0%. A exposição dérmica nos membros inferiores (coxas + pernas + pés) somou 41,0% da ED total

2.4. Medidas de segurança coletiva no trabalho com agrotóxicos

Uma vez calculada a necessidade de controle das exposições (NCE) de cada condição específica de trabalho classificada como insegura, pode-se decidir pela medida de segurança mais adequada, tecnicamente mais eficiente, confortável para o trabalhador e mais econômica para o empregador (TÁCIO, 2005).

Medidas de segurança coletiva que controlam a exposição ocupacional aos agrotóxicos podem ser aplicadas nos equipamentos de pulverização. Através de modificações nas estruturas das máquinas aplicadoras de agrotóxicos pode-se aumentar a segurança na operação, como alterando a posição do trabalhador em relação à pulverização, reduzindo-se a exposição potencial (MACHADO NETO & MATUO, 1992; MACHADO NETO et al., 1992).

2.4.1. Proteção por distância e posição do posto de trabalho em relação à pulverização

O princípio da proteção por distância, usado na área de tecnologia de aplicação ligado à engenharia, foi estudado por TUNSTALL & MATTHEWS (1965). Estes autores avaliaram o controle da exposição dérmica potencial do trabalhador em pulverizações de inseticidas na cultura do algodão com um pulverizador costal manual com a estrutura modificada. A lança de pulverização foi substituída por uma haste afixada atrás do tanque, composta por dois bicos posicionados na mesma altura, para pulverizar as

plantas de algodão após a passagem do trabalhador. Esta modificação no pulverizador reduziu em 93% a exposição dérmica potencial. Portanto, esta alteração na estrutura do pulverizador permitiu a redução significativa da exposição dérmica potencial proporcionada pelo ambiente de trabalho.

Em cultura de tomate estaqueado MACHADO NETO et al. (1992) verificaram 91% de redução da exposição dérmica potencial dos trabalhadores por uma estrutura metálica tubular leve para afastar o trabalhador dos bicos de pulverização em 2,2 m. A estrutura metálica desenvolvida é semelhante a uma carriola, com os dois cabos em toda a extensão e apoiados sobre uma roda de bicicleta. Em uma das extremidades fica o trabalhador e na outra, duas barras de pulverização na posição em V e com os bicos espaçados em 20 cm. O conjunto é conectado por uma mangueira ao tanque do pulverizador que fica estacionado no carreador entre dois talhões da cultura. Os trabalhadores empurram o conjunto nas entrelinhas de passagem da cultura.

MACHADO NETO & MATUO (1992) constataram 98,0% de redução da exposição dérmica do trabalhador na pulverização em jato dirigido do herbicida paraquat na cultura do milho com uma modificação no pulverizador costal manual. Esta modificação foi apenas a passagem da lança e da pulverização para a parte de trás e afixada no tanque do pulverizador. Com esta alteração, o trabalhador deixou de passar pela área aplicada imediatamente após a pulverização. A lança traseira estava com uma ponta defletora modelo TK da TeeJet[®] na ponta e a 20 cm de altura do solo. A ponta foi mantida no centro das entrelinhas da cultura por um arco de barra leve de ferro. As extremidades do arco ficaram a 5 cm de distância das plantas de milho das duas linhas laterais. Nesta mesma atividade, estes autores avaliaram a redução de 15% da exposição dérmica do trabalhador com o aumento do comprimento da lança de pulverização convencional de 0,5 para 1,0 m de comprimento.

Estudos de TUNSTALL & MATTHEWS (1965), TURNBULL et al. (1985), MACHADO NETO & MATUO (1992) e MACHADO NETO et al. (1993) confirmam a eficiência dos princípios de proteção por distância ou posição do posto de trabalho como medidas de segurança adequadas no trabalho com os agrotóxicos.

A indústria de pulverizadores desenvolve equipamentos com os objetivos de se obter maior capacidade operacional, maior facilidade de operação e agilidade em manobras, melhores condições de estabilidade da barra, exatidão na dosagem, diminuir as perdas por deriva e manter as condições seguras da operação e dos operadores.

Os pulverizadores convencionais montados em trator são largamente utilizados para pulverizar herbicidas na cultura de cana-de-açúcar. Apenas uma modificação na posição da barra de pulverização destes pulverizadores, passando-a da parte traseira para a central do trator já permite ganhos operacionais significativos (Figura 1).

Entretanto, muitos tratores que utilizam este sistema não vêm equipados com cabina. Considerando-se que as características dos equipamentos modernos permitem uma razoável segurança e eficiência na aplicação dos agrotóxicos (GADANHA JUNIOR, 2000), há, portanto, a necessidade de se avaliar se esta modificação na posição da barra e o uso de cabina nos tratores resultam também em segurança para o tratorista.



Figura 1. Pulverizador modelo Herbiplus com barra central montado em trator sem cabina.

Espera-se que a exposição ocupacional de tratoristas pulverizando agrotóxicos utilizando pulverizadores de barras posicionadas na parte traseira do trator seja menor em relação a outras posições. Isto porque o tratorista fica em uma posição mais

afastada da pulverização e mais difícil de ser atingido pelas gotas de pulverização. Entretanto, até o momento nenhum trabalho de pesquisa foi realizado para medir o efeito da posição da barra do pulverizador tratorizado na exposição do tratorista. Esta pesquisa está sendo proposta como um dos objetivos deste trabalho.

Em algumas pesquisas foi constatado que a exposição dérmica do tratorista pulverizando agrotóxicos com o pulverizador de barra tratorizado é menor que a do aplicador com o pulverizador costal.

Considerando-se a modalidade de aplicação e o tipo de pulverizador MACHADO NETO (1997) verificou que a exposição dérmica potencial do tratorista aplicando inseticidas em cultura de algodão com pulverizador de barra montado em trator foi de 41,74 mL.dia⁻¹ de calda e 79,9% menor que a EDP do aplicador com pulverizador costal manual.

Especificamente, em cana-de-açúcar, a EDP quantificada em pulverizador modelo Albatroz, com barra de 18 metros localizada na parte traseira do trator, foi de 17,9 mL de calda.dia⁻¹, 98,2% menor que a EDP do aplicador com pulverizador costal pressurizado (MOMESSO & MACHADO NETO, 2003; PRADELA, 1988).

2.4.2. Uso de cabina em tratores como medida de proteção coletiva do tratorista

Uma outra forma de segurança coletiva é o uso de cabinas nos tratores para realizar aplicações de agrotóxicos para proteger os tratoristas (VAN HEMMEN, 1992; LAPUENTE, 1996; OLIVEIRA, 2000; MOMESSO & MACHADO NETO, 2003). O uso de cabinas em tratores vem crescendo nos últimos anos, porém, mesmo se as condições de trabalho forem classificadas como seguras, as cabinas devem ser recomendadas como medida de segurança preventiva.

Vários fabricantes de cabina têm surgido no Brasil e alguns fabricantes de tratores disponibilizam seus modelos com cabinas originais de fábricas. Outros oferecem cabinas adaptativas a qualquer modelo de trator. LAPUENTE (1996) observou que o acessório adaptativo denominado Cabkit, composto por partes de vidro para serem afixadas em torno da capota original do trator, reduziu em 67% a exposição

dérmica do tratorista aplicando agrotóxicos em cultura de citros com o pulverizador de pistolas.

OLIVEIRA (2000) observou que as cabinas são mais eficiente que o acessório denominado de Cabkit. Por serem mais vedadas, as cabinas das marcas Agroleite e Real controlaram, respectivamente, 85,5% e 94,9% das exposições dérmicas do tratorista à calda em aplicações de agrotóxicos em alto volume com o turbopulverizador em citros.

Na cultura de cana-de-açúcar, a cabina reduziu em 68,2%, em média, a exposição dérmica aplicando herbicida com o pulverizador de barra convencional (traseira) tratorizado (MOMESSO & MACHADO NETO, 2003). Nesta mesma atividade de aplicação de herbicidas, MACHADO NETO & OLIVEIRA (2006) verificaram que a eficiência da cabina usada no trator foi de 96,4% no controle da exposição dérmica do tratorista.

CRISTÓFORO (2003) verificou que a eficiência da cabina do trator no controle da exposição dérmica do tratorista foi de 95,8% em pulverizações de herbicidas em pré-plantio incorporado (PPI) na cultura de soja e de 87,8% em pulverizações em pré-emergência na cultura de amendoim.

2.4.3. Uso do tempo de exposição como medida de segurança coletiva no trabalho com agrotóxicos.

Uma medida de segurança coletiva possível de ser realizada no trabalho com agrotóxicos é a redução da jornada de trabalho ao tempo de trabalho seguro (TTS) para as condições de trabalho classificadas como inseguras ($MS < 1$). O tempo de trabalho seguro é o tempo de exposição a partir do início da atividade em que a $MS = 1$. O TTS pode ser calculado com a fórmula proposta por MACHADO NETO (1997).

No TTS a condição de trabalho é segura, mas a exposição a partir do TTS torna-a insegura. OLIVEIRA (2000) calculou a MS de 0,70 para o tratorista aplicando o fungicida chlorothalonil com o turbopulverizador em citros durante um dia de trabalho de exposição efetiva de 6 horas. Portanto, esta condição de trabalho foi classificada como

insegura. Nesta condição de trabalho, o TTS calculado foi de 4 horas de exposição efetiva, para esta atividade de tratorista.

OLIVEIRA (2004) observou que foram poucas as recomendações, além das seguras, com valores de TTS entre 3 e 6 horas de trabalho. Com estes cálculos verifica-se que para as condições de trabalho com as 54 recomendações de agrotóxicos para a cultura da batata seria aplicada a poucas condições de trabalho.

2.4.4. Uso da tecnologia de aplicação com medida de segurança no trabalho com agrotóxicos

Agregar a tecnologia de aplicação de agrotóxicos com a segurança do trabalhador é fundamental para se garantir aplicações eficientes e seguras para o trabalhador rural. As melhorias na técnica de aplicação dos agrotóxicos normalmente resultam em medidas de segurança preventiva e ou de proteção coletiva. A tecnologia de aplicação pode contribuir muito para a segurança no trabalho com agrotóxico, pois tem como premissa aplicar corretamente o agrotóxico, o que resulta em segurança para o operador, meio ambiente e consumidor.

A pulverização é o método mais usado para a aplicação dos herbicidas na cultura da cana-de-açúcar. Entretanto, as pulverizações devem ser realizadas com a máxima precisão e segurança, obtidas com uma pulverização adequada, que depende diretamente do desempenho do bico de pulverização. Assim, fica caracterizada a importância da escolha do tipo de ponta do bico e de sua utilização apropriada.

Entre as funções das pontas de pulverização a de produzir gotas destaca-se como uma das mais importantes (MATUO & PIO, 1998) e está diretamente relacionada com a segurança do aplicador, pois gotas muito finas são extremamente suscetíveis à deriva (MATUO, 1990). Portanto, a escolha da ponta de pulverização correta para o tipo de alvo a ser atingido é fundamental para se reduzir a deriva e, conseqüentemente, incrementar a segurança do trabalhador quanto ao risco de intoxicação ocupacional com os agrotóxicos.

Pode-se controlar o potencial de deriva em até 48% apenas ajustando corretamente o pulverizador e operando em condições ideais de aplicação para ponta de pulverização selecionada (DAUM & KEENER, 1991). Pulverizar com condições de vento baixo, entre 2 e 6 km/h, pode reduzir o potencial de deriva em 32% (DAUM & KEENER, 1991). Assim, a seleção apropriada dos bicos é essencial para a aplicação de agrotóxicos, pois é o principal fator determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade da aplicação e da cobertura, e do risco potencial de deriva (JOHNSON & SWETNAM, 1996).

O avanço da tecnologia proporcionou avanços significativos no controle da deriva. Os avanços permitiram que os fabricantes de pontas de pulverização desenvolvessem pontas que operassem com baixa pressão, chamadas de uso ampliado. Posteriormente, desenvolveram as pontas com pré-orifício capazes de controlar a deriva. Em seguida surgiram as pontas com pré-orifício associado à câmara de turbulência. Mais recentemente surgiram as pontas com indução de ar. Esta evolução da tecnologia de fabricação das pontas teve como objetivo a produção de gotas mais grossas com vista ao maior controle de deriva (WOLF, 2000a).

As pontas de pulverização estão entre as partes mais importantes do pulverizador: se selecionadas corretamente, garantem a segurança ao meio ambiente, do operador e a eficiência da aplicação (GADANHA JUNIOR, 2000). Gotas de pulverização com diâmetro mediano volumétrico (DMV) inferiores a 200 μm são altamente suscetíveis à deriva e a evaporação (WOLF, 2000a). Portanto, utilizar pontas de pulverização que produzem baixa porcentagem do volume aplicado com gotas de tamanho inferior a 200 μm é de grande importância para o controle da deriva e da evaporação.

As pontas de pulverização que equipam os pulverizadores devem produzir gotas de tamanho uniforme e quantidade mínima de gotas menores que 100 μm , que são as mais sujeitas à deriva (FERREIRA, 2003; CUNHA et al., 2003; CUNHA et al., 2004).

WOLF (2000b) cita oito maneiras de se reduzir a deriva e a evaporação das gotas na trajetória entre a saída do bico e o alvo:

- 1 - Selecionar uma ponta de pulverização que produza um espectro de gotas maior, com o mínimo de gotas com DMV inferior a 200 μm .
- 2 - Utilizar pressões inferiores a 45 PSI.
- 3 - Trabalhar com a barra o mais próximo possível do alvo, respeitando a altura mínima do bico para o espaçamento desejado na barra.
- 4 - Entre duas pontas de mesmo modelo e vazões diferentes disponível para a mesma aplicação, utilizar as pontas de maior vazão.
- 5 - Evitar pulverizar quando a velocidade do vento é superior a 16 km/h.
- 6 - Pulverizar em bordadura quando encontrar áreas vizinhas sensíveis ao produto a ser aplicado.
- 7 - Não pulverizar quando estiver ocorrendo o fenômeno da inversão térmica ou ainda quando não existir vento, e
- 8 - Utilizar agentes antideriva autorizados na calda.

Ao longo do tempo verifica-se que os desenvolvimentos em tecnologia de aplicação também contribuem com a segurança no trabalho. O desenvolvimento de pontas de pulverização, que reduzem a deriva, resulta em condições de trabalho mais seguras.

WILKE et al. (1999) estudaram a exposição ocupacional de aplicadores de agrotóxicos em pomares de maçã. Verificaram que as pulverizações com gotas formadas pelas pontas com indução de ar, com diâmetro mediano volumétrico (DMV) de 372,5 a 468,6 μm , proporcionaram menor exposição do trabalhador quando comparadas com pulverizações com gotas formadas por pontas sem indução de ar, com DMV de 126,1 a 160,5 μm . Portanto, as pulverizações com gotas maiores foram mais seguras para o trabalhador, provavelmente devido à ocorrência de menor deriva.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do ensaio de campo

O presente trabalho foi realizado em duas fases (I e II) devido à disponibilidade dos equipamentos. A primeira fase foi realizada durante o mês de setembro, no município de Pirangi, SP. A segunda fase realizada durante o mês de outubro, no município de Pirassununga, SP.

As duas fases foram realizadas em áreas cultivadas com cana-de-açúcar, em condição de soqueira, próprias para aplicação de herbicida em pré-emergência e pós-emergência inicial das plantas daninhas e da soqueira de cana-de-açúcar.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado no trabalho foi o inteiramente ao acaso, com as condições de trabalho consideradas como tratamentos, que estão contidas na Tabela 1. A condição de trabalho de número 5 – Barra traseira trator sem cabina ponta sem indução de ar, foi considerada como base de comparação, pois representa a

grande maioria das condições de aplicação de herbicida no na cultura de cana-de-açúcar (MATUO & PIO, 1998).

Tabela 1. Condições de trabalho avaliadas na atividade de tratorista em pulverizações de herbicidas em pré e pós-emergência da cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Jaboticabal. 2007.

Condições de trabalho	Posição da barra	Trator	Tipo de ponta *
1	Central	Sem cabina	TF
2	Central	Sem cabina	TTI
3	Central	Com cabina	TF
4	Central	Com cabina	TTI
5	Traseira	Sem cabina	TF
6	Traseira	Sem cabina	TTI
7	Traseira	Com cabina	TF
8	Traseira	Com cabina	TTI

* TF = sem indução de ar e TTI = com indução de ar

As condições de trabalho foram avaliadas com dez repetições cada uma e analisadas estatisticamente por meio do esquema fatorial 2 x 2 x 2, onde os fatores foram os seguintes:

Fator A: posição da barra no pulverizador (barra central e traseira);

Fator B: condição do trator (sem cabina e cabinado);

Fator C: modelo da ponta de pulverização (sem e com indução de ar).

3.3. Características dos conjuntos trator e pulverizador

Foram utilizados quatro tratores distribuídos em três modelos de trator: um modelo Massey Ferguson, MF275, traçado, com cabina adaptada (Figura 2) e outro sem cabina (Figura 3), um Ford 6630 sem cabina (Figura 4) e um John Deere com cabina (Figura 5).

Os pulverizadores utilizados neste trabalho foram o pulverizador de barra central, modelo Herbiplus, fabricado pela empresa Herbicat Ltda, largamente utilizado nas usinas de açúcar e álcool, montado em trator com cabina e capota (Figura 2 e 3, respectivamente) e os pulverizadores de barra traseira, modelo Condor 600, montado no trator Ford 6630 (Figura 4) e o modelo Falcon 800, montado no trator John Deere 5600 (Figura 5), ambos fabricados pela empresa Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

Esses quatro tratores trabalharam na velocidade de $6,4 \text{ km.h}^{-1}$, em terceira marcha reduzida, onde o ajuste da velocidade para os quatro tratores utilizados deu-se na rotação de trabalho. O espaçamento dos bicos era de 64 cm e o volume de calda foi de 200 L.ha^{-1} .

O pulverizador com barra central, modelo Herbiplus, montado no trator MF275 cabinado, estava composto por tanque de 900 litros, bomba APS 96 (96 L.min^{-1}), barra central com largura total de 13,5 m, equipada com 18 bicos.

O pulverizador com barra central, modelo Herbiplus, montado no trator MF275 sem cabina, estava composto por tanque de 900 litros, bomba FMCopling de 40 L.min^{-1} , barra de 10,5 m, equipada com 15 bicos.

O pulverizador convencional, de barra traseira, modelo Condor 600, montado no trator Ford 6630, estava composto por tanque de 600 litros, bomba JP 75 (75 L.min^{-1}), barra de 12 m, equipada com 18 bicos.

O pulverizador convencional, de barra traseira, modelo Falcon 800, montado no trator John Deere 5600, estava composto por tanque de 800 litros, bomba JP 75 (75 L.min^{-1}), barra traseira com largura total de 14 m, equipada com 21 bicos.

As barras estavam equipadas com sistemas de engate rápido e sistema antigotejante. As pontas de pulverização utilizadas foram as seguintes: TF-VP3 (Turbo Floodjet), modelo jato plano defletor, sem indução de ar, classificado como ponta antideriva de gotas extremamente grossas (Spraying Systems, 2006a); e a ponta TTI-11004-VP, modelo jato plano, com indução de ar, classificado como ponta antideriva de gotas extremamente grossas (Spraying Systems, 2006b), ambas da marca Spraying Systems Company.

As pontas TF-VP3, nas condições de trabalho estudadas operaram na pressão de 14,5 PSI para as quatro condições. Nesta pressão, segundo o fabricante, valor do diâmetro mediano volumétrico (DMV) é de 846 μm , a uniformidade do espectro (span) de 1,1 e as gotas classificadas como extremamente grossas (Spraying Systems, 2006a).



Figura 2. Trator MF 275 cabinado, equipado com pulverizador de Barra Central, Herbiplus.



Figura 3. Trator MF 275 sem cabina, equipado com pulverizador de Barra Central, Herbiplus.



Figura 4. Trator Ford 6630 sem cabina, equipado com pulverizador de Barra Traseira, modelo Condor 600.



Figura 5. Trator John Deere com cabina original, equipado com pulverizador de Barra Traseira, modelo Falcon 800.

As pontas TTI-11004-VP, nas condições de trabalho estudadas operaram na pressão de 33,1 PSI para as quatro condições necessárias. Nesta pressão de trabalho, segundo o fabricante, apresentam o valor do DMV próximo a 930 μm , e uniformidade do espectro (span) de 1,1 e as gotas classificadas como extremamente grossas (SPRAYING SYSTEMS, 2006a).

O tempo médio de aplicação para o pulverizador de barra central Herbiplus montado no trator MF 275 sem cabina foi de 34 minutos e no trator MF 275 cabinado foi de 45 minutos. Para os pulverizadores de barra traseira, os tempos médios de aplicação foram de 32,5 minutos para o montado no trator Ford 6630, e de 30 minutos para o montado no trator John Deere 5600, conforme apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Dados médios dos tempos de pulverização durante a realização das avaliações dérmicas e respiratórias no campo. Fase I – Paraíso, SP. Fase II – Pirassununga, SP, 2006.

CONDIÇÕES DE TRABALHO	FASE	DATA		REPETIÇÕES		TEMPO DE PULVERIZAÇÃO (min)
1- Barra Central Trator Sem Cabina Ponta Sem Indução de Ar	I	20/09/2006	21/09/2006	1 a 6	7 a 10	34
2- Barra Central Trator Sem Cabina Ponta Com Indução de Ar	I	21/09/2006	22/09/2006	1 a 4	6 a 10	34
3- Barra Central Trator Cabinado Ponta Sem Indução de Ar	I	21/09/2006	22/09/2006	1 a 6	7 a 9	37
4- Barra Central Trator Cabinado Ponta Com Indução de Ar	I	20/09/2006	21/09/2006	1 a 6	7 a 10	53
5- Barra Traseira Trator Sem Cabina Ponta Sem Indução de Ar	II	16/10/2006	17/10/2006	1 a 7	8 a 10	34
6- Barra Traseira Trator Sem Cabina Ponta Com Indução de Ar	II	17/10/2006	18/10/2006	1 a 6	7 a 10	31
7- Barra Traseira Trator Cabinado Ponta Sem Indução de Ar	II	17/10/2006	18/10/2006	1 a 7	8 a 10	30
8- Barra Traseira Trator Cabinado Ponta Com Indução de Ar	II	16/10/2006	17/10/2006	1 a 8	9 a 10	30

3.4. Condições ambientais durante a execução do trabalho

Os valores médios dos parâmetros atmosféricos registrados durante as avaliações de exposições dos tratoristas nas fases I e II estão apresentados na Tabela 3. As pulverizações ocorreram das 8h às 12h, e das 14h às 17h.

Tabela 3. Dados das condições ambientais durante a realização das avaliações das exposições dérmicas e respiratórias no campo. Fase I – Paraíso, SP. Fase II – Pirassununga, SP, 2006.

CONDIÇÕES DE TRABALHO	FASE	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	UMIDADE RELATIVA (%)	VELOCIDADE DO VENTO (km.h ⁻¹)
1- Barra Central Trator Sem Cabina Ponta Sem Indução de Ar	I	28,7	44,7	9,1
2- Barra Central Trator Sem Cabina Ponta Com Indução de Ar	I	26,0	63,5	7,7
3- Barra Central Trator Cabinado Ponta Sem Indução de Ar	I	26,0	63,5	7,7
4- Barra Central Trator Cabinado Ponta Com Indução de Ar	I	28,7	44,7	9,1
5- Barra Traseira Trator Sem Cabina Ponta Sem Indução de Ar	II	30,4	56,0	8,6
6- Barra Traseira Trator Sem Cabina Ponta Com Indução de Ar	II	25,6	71,9	9,3
7- Barra Traseira Trator Cabinado Ponta Sem Indução de Ar	II	25,6	71,9	9,3
8- Barra Traseira Trator Cabinado Ponta Com Indução de Ar	II	30,4	56,0	8,6

3.5. Avaliação das exposições dérmicas

Para as avaliações das exposições dérmicas (EDs) do tratorista aplicando herbicida na cultura de cana-de-açúcar com os pulverizadores em estudo, adicionou-se o sulfato de manganês (31% de Mn), na dosagem de 250g do produto por 100 L de calda. O cátion Mn do sulfato de manganês foi utilizado como marcador, conforme metodologia desenvolvida por OLIVEIRA & MACHADO NETO (2003a).

As avaliações das EDs foram realizadas com dez repetições com o mesmo tratorista. As vestimentas amostradoras das EDs utilizadas, conforme se observa na Figura 6, foram as seguintes:

- Macacões de mangas compridas com capuz, de tecido de brim branco, para quantificar as exposições dérmicas da cabeça + pescoço, tronco (atrás e frente), braços e pernas (atrás e frente);
- Luvas de algodão, para quantificar a exposição dérmica das mãos;
- Absorvente higiênico feminino (Carefree[®]), afixados sobre máscaras descartáveis semifaciais, para quantificar a exposição dérmica da face;
- Absorventes higiênicos femininos (Carefree[®]), afixados sobre botas de borracha para quantificar as exposições dos pés.

Os absorventes higiênicos femininos, da marca Carefree[®], foram adaptados como coletores de exposição dérmica por MACHADO NETO & MATUO (1989) e utilizados por diversos autores (MACHADO NETO, 1990; MACHADO NETO et al., 1992; OLIVEIRA, 2000; MOMESSO & MACHADO NETO, 2003; OLIVEIRA, 2004; TÁCIO, 2005).

Após os períodos de exposição, os macacões foram divididos em partes (capuz; braços; tronco-frente e tronco-atrás; e pernas-atrás e pernas-frente), de acordo com PRADELA (1998). As partes seccionadas dos macacões, as luvas de algodão e os absorventes afixados sobre as máscaras descartáveis semifaciais e sobre as botas de borracha, representaram nove regiões do corpo: cabeça+pescoço; face; mãos; braços; tronco-frente; tronco-atrás; pernas-frente; pernas-atrás e pés.

Imediatamente após os períodos de exposição, as partes dos macacões seccionadas e os coletores foram retirados dos tratoristas e acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados. Estas amostras foram levadas ao laboratório, para a quantificação do cátion Mn coletado, de acordo com OLIVEIRA & MACHADO NETO (2003a).

A solubilização do cátion nas partes seccionadas dos macacões e nos coletores foi realizada através de uma solução contendo HCl 0,2N (OLIVEIRA & MACHADO NETO 2003a). As concentrações do marcador nos extratos, filtrados em papel de filtro qualitativo, foram quantificadas na chama de um espectrofotômetro de absorção atômica (GBC 932AA), com lâmpada para a leitura de manganês.



Figura 6. Tratorista com as vestimentas amostradoras das EDs nas regiões do corpo.

A partir da quantidade do Mn recuperado de cada absorvente, que corresponde à ED na sua área absorvente (70 cm^2), fez-se a extrapolação para a respectiva área do corpo (pés e face). Posteriormente, com os valores de Mn recuperados nos materiais amostrados (absorventes e partes do macacão) e a concentração do marcador nas caldas em que os tratoristas ficaram expostos, determinada em amostras coletadas no campo, para cada repetição das condições ou tratamentos, foram estimadas as EDs às caldas para cada região do corpo.

As EDs dos tratoristas, estimadas para os tempos de exposição em cada repetição, foram extrapoladas para um dia de trabalho com tempo de exposição efetiva (TEE) de 8 horas para os tratoristas.

3.6. Avaliação das exposições respiratórias

As avaliações das exposições respiratórias (ERs) foram realizadas com bombas pessoais com fluxo de ar contínuo de uso pessoal da marca A.P. Buck, reguladas para succionar 2L de ar.minuto⁻¹, de acordo com a metodologia adaptada por OLIVEIRA & MACHADO NETO (2003b).

Cada bomba foi equipada com uma mangueira plástica de sucção contendo um cassete com filtro na extremidade (Figura 6). O cassete utilizado foi o de estrutura tripla, constituído de acrílico transparente e com diâmetro interno de 37 mm. Foram utilizados filtros de éster celulose, com porosidade de 0,8 µ e com diâmetro de 37 mm, apoiado sobre um suporte de papel de igual diâmetro.

Como marcador, adicionou-se o sulfato de manganês (31% de Mn), na dosagem de 250g do produto por 100 L de calda. O cátion Mn do sulfato de manganês foi utilizado como marcador, conforme metodologia desenvolvida por OLIVEIRA & MACHADO NETO (2003a). A recuperação do cátion Mn no filtro de éster celulose considerada foi de 92%, conforme determinação previa realizada por OLIVEIRA & MACHADO NETO (2003a).

Após o período de exposição, os cassetes e os respectivos filtros foram acondicionados em sacos plásticos identificados e foram levados para o laboratório. Os filtros e os suportes foram retirados dos cassetes e transferidos para recipientes plásticos de 80mL. Nestes recipientes foram adicionadas soluções extratoras, contendo ácido clorídrico a 0,2N. Após o período de duas horas de repouso, para que ocorra a solubilização do cátion marcador, as amostras foram agitadas manualmente. A concentração do cátion Mn nos extratos foi também quantificada na chama do espectrofotômetro de absorção atômica (GBC 932AA), utilizando-se de lâmpada para a leitura de manganês.

As ERs às caldas foram calculadas utilizando-se os dados de quantidade do cátion Mn recuperados de cada filtro de éster celulose, a concentração do marcador nas caldas pulverizadas a que os trabalhadores ficaram expostos, e o tempo de amostragem do ar. Foram realizadas 10 repetições para cada condição avaliada. Os

dados obtidos para o tratorista foram transformados para uma jornada efetiva de trabalho de 8 horas por dia.

3.7. Cálculo da segurança das condições de trabalho

A segurança das oito condições de trabalho foi classificada com base no cálculo da margem de segurança (MS). Foram consideradas as 46 recomendações de uso de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar nas maiores dosagens (ANDREI, 1999; ANVISA, 2006), com os respectivos valores de NOEL (TGA, 2006), e as misturas de tanque registradas (Tabela 4).

As MSs foram calculadas com a fórmula utilizada por MACHADO NETO (1997), que é a seguinte:

$$MS = \frac{NOEL \times P}{QAE \times FS}$$

Onde: NOEL= nível de efeitos não observados ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{dia}^{-1}$);

P = peso corpóreo médio do trabalhador, considerado como 70 kg;

QAE = quantidade absorvível da exposição (mg.dia^{-1});

FS = fator de segurança, considerado como 10 (BROUWER et al., 1990).

A QAE na via dérmica será considerada como sendo 10% da ED avaliada, segundo Feldmann e Maibach (1974), citados por BYERS et al. (1992). Para o herbicida glifosato, foi considerada a absorção dérmica de 2% da exposição dérmica avaliada em pele humana *in vitro*, de acordo com Wester et al. (1991), citados por MENSINK e JANSSEN (1994).

A QAE na via respiratória será considerada como sendo 100% da exposição respiratória avaliada em cada condição de trabalho (MACHADO NETO, 1997).

O FS multiplicado pela QAE, no denominador da fórmula proposta para a determinação da MS, é utilizado para compensar a extrapolação dos resultados do NOEL obtidos em animal de laboratório para o homem (BROUWER et al., 1990).

Tabela 4. Recomendações de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar para avaliação da segurança das condições de trabalho do tratorista (ANDREI, 1999; ANVISA, 2006), com os respectivos valores de NOEL (TGA, 2006).

Nome Comum	Dosagem kg ou L p.c./ha.(**)	% i.a. na formulação	Dosagem (g i.a./ha)	NOEL*** (mg/kg/dia)
acetoclor	7,0	48,0	3360,0	10,000
alachlor	7,0	48,0	3360,0	0,500
alachlor + atrazine	8,0	24,0	1920,0	0,500
atrazine	8,0	18,0	1440,0	0,500
ametryn	8,0	50,0	4000,0	2,000
ametryn + clomazone	8,0	30,0	2400,0	2,000
clomazone	6,0	20,0	1200,0	14,000
ametryn + diuron	8,0	24,0	1920,0	2,000
diuron	8,0	15,5	1240,0	0,625
ametryn + simazine	5,0	40,0	2000,0	2,000
simazine	5,0	40,0	2000,0	0,500
ametryn + trifloxysulfuron	2,0	73,3	1465,0	2,000
trifloxysulfuron	2,0	1,9	37,0	15,000
amicarbazone	1,5	70,0	1050,0	40,000
asulam	9,0	40,0	3600,0	0,500
atrazine	7,0	50,0	3500,0	0,500
atrazine + simazine	5,5	25,0	1375,0	0,500
simazine	5,5	25,0	1375,0	0,500
azafenidin	0,3	800,0	2000,0	0,040
azafenidin + hexazinone	0,4	35,0	122,5	0,040
hexazinone	0,4	45,0	157,5	10,000
cyanazine	5,0	50,0	2500,0	0,200
clomazone	3,0	50,0	1500,0	14,000
paraquat	3,0	24,0	720,0	0,380
diuron	4,0	46,8	1872,0	0,625
diuron + paraquat	3,0	10,0	300,0	0,625
paraquat	3,0	20,0	600,0	0,380
diuron + hexazinone	3,0	46,8	1404,0	0,625
hexazinone	3,0	13,2	396,0	10,000
diuron + MSMA	10,0	14,0	1400,0	0,625
MSMA	10,0	36,0	3600,0	0,625
diuron + tebuthiuron	4,0	50,0	2000,0	0,625
tebuthiuron	4,0	20,0	800,0	0,625
etoxysulfuron	0,3	60,0	150,0	0,625
flazasulfurom	0,4	25,0	100,0	0,625
fluazifop-P-butyl	2,0	12,5	250,0	0,300
glyphosate	6,0	48,0	2880,0	30,000
halosulfuron-metyl	2,0	75,0	1500,0	1,000
hexazinone	2,5	25,0	625,0	10,000
imazapic	0,5	70,0	371,0	137,000
imazapyr	2,0	26,6	532,0	250,000
isoxaflutole	0,4	75,0	262,5	2,000
metribuzin	3,0	48,0	1440,0	2,000
MSMA	5,0	48,0	2400,0	0,500
oxadiazon	2,5	25,0	625,0	5,000
oxifluorfen	5,0	24,0	1200,0	2,500
pendimethalin	3,5	50,0	1750,0	12,000
simazine	5,0	50,0	2500,0	0,500
s-metaloclor	4,0	72,0	2880,0	7,500
sulfentrazone	2,0	50,0	1000,0	10,000
sulfosate	6,0	48,0	2880,0	(-)
tebuthiuron	2,4	50,0	1200,0	7,000
tiazopir	1,5	24,0	360,0	(-)
trifloxysulfuron	2,0	1,9	37,0	15,000
trifluralin	4,0	60,0	2400,0	2,500
2,4-D	3,0	80,6	2418,0	1,000
2,4-D + picloran	4,0	43,5	1740,0	1,000
picloran	4,0	2,7	106,4	7,000

p.c. = produto comercial; i.a. = ingrediente ativo; (*) – SAI – Sistema de informação sobre agrotóxico; (**) – ANDREI, 2003; (***) – TGA, 2006; (-) – valor de NOEL não encontrado.

As MS's foram calculadas para uma jornada diária de 8 horas de exposição efetiva. Nas recomendações com misturas de tanque ou formulações com dois ingredientes ativos foi considerado o menor valor de MS calculado para classificar a segurança da aplicação.

3.8. Critério para classificação da segurança das condições de trabalho

As condições de trabalho estudadas foram classificadas em seguras ou inseguras com base nos valores de MS calculados e de acordo com o seguinte critério:

- Se $MS \geq 1$, a condição de trabalho é classificada como segura; a exposição é tolerável e o risco de intoxicação aceitável. Nas condições de trabalho classificadas como seguras não há necessidade de se utilizar qualquer medida de segurança, principalmente de EPI's. De acordo com a legislação brasileira, estes equipamentos são recomendados de maneira adequada ao risco, segundo a Norma Regulamentadora 31 (NR 31), anexa à Portaria nº 86, 03-03-2005 (BRASIL, 2005). Entretanto, nas condições de trabalho seguras os EPIs poderiam ser recomendados como medidas preventivas e apenas para as regiões do corpo mais expostas, considerando-se a distribuição da EDs nas regiões do corpo do trabalhador.

- Se $MS < 1$, a condição de trabalho é classificada como insegura; a exposição ocupacional é intolerável e o risco de intoxicação é inaceitável. Nas condições de trabalho inseguras há a necessidade de se calcular na NCE, aplicar medidas de segurança suficientes para torná-las seguras, com $MS \geq 1$.

Para as condições de trabalho classificadas como inseguras ($MS < 1$), foi calculada a NCE com a fórmula proposta por MACHADO NETO (1997), que é a seguinte:

$$NCE = (1 - MS_{<1}) \times 100 (\%)$$

Outra forma de tornar uma condição de trabalho insegura em segura é a limitação do tempo de trabalho ao tempo de trabalho seguro (TTS), que se constitui uma medida de segurança coletiva. Para as condições seguras o cálculo do TTS

expressa o nível de segurança das mesmas. O TTS foi calculado para todas as condições de trabalho dos tratoristas com a fórmula proposta por MACHADO NETO (1997), que é a seguinte:

$$TTS = MS \times TEE$$

Onde: TTS = tempo de trabalho seguro (h)

MS = margem de segurança

TEE = tempo de exposição efetiva (h)

No cálculo do TTS com esta fórmula, duas situações podem ocorrer:

1 - Se $MS \geq 1$, o TTS será maior que o tempo de exposição considerado e reafirma a segurança das condições de trabalho em estudo; e

2 - Se $MS < 1$, o TTS será menor que o tempo de exposição considerado e o seu cálculo possibilitam a restrição do tempo de exposição diária ao TTS, utilizando-se como medida de segurança coletiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão apresentados e discutidos em itens separadamente que se seguem.

4.1. Exposições dérmicas e respiratórias às caldas e estimativas da eficiência das medidas de segurança coletiva testadas

Os resultados das exposições dérmicas e respiratórias (EDs e ERs) avaliadas dos tratoristas às caldas proporcionadas pelas oito condições de trabalho de aplicação de herbicida na cultura de cana-de-açúcar estão apresentados na Tabela 5. Inicialmente verifica-se que em todas as condições de trabalho avaliada a principal via de exposição foi a dérmica. A ER foi desprezível, conforme avaliado por diversos autores, que verificaram a predominância da ED sobre a ER (DURHAM & WOLFE, 1962; WOLFE et al., 1967; WOLFE et al., 1972). As ERs foram menores que 0,001% da exposição total. Estes resultados concordam com os de outros trabalhos que também avaliaram a exposição respiratória (MACHADO NETO, 1997; OLIVEIRA, 2000; CRISTÓFORO, 2003; OLIVEIRA, 2004; TÁCIO, 2005). As ERs avaliadas nestes

trabalhos representaram, no máximo, 0,040% das exposições totais, embora foram ligeiramente superiores às avaliadas no presente trabalho.

Tabela 5. Valores médios das exposições dérmicas (EDP) e exposições respiratórias (ERP) proporcionadas ao tratorista aplicando herbicidas em cultura de cana-de-açúcar nas oito condições avaliadas. Jaboticabal, 2006.

Condições de Trabalho	Exposições (mL de calda.dia ⁻¹)**			
	EDP*	D.P. ⁽¹⁾	ERP*	Total
1- Barra Central Trator Sem Cabina Ponta Sem Indução de Ar	41,3	11,9	0,00	41,3
2- Barra Central Trator Sem Cabina Ponta Com Indução de Ar	36,9	13,1	0,00	36,9
3- Barra Central Trator Cabinado Ponta Sem Indução de Ar	26,9	5,5	0,00	26,9
4- Barra Central Trator Cabinado Ponta Com Indução de Ar	19,2	3,8	0,00	19,2
5- Barra Traseira Trator Sem Cabina Ponta Sem Indução de Ar	53,0	10,8	0,00	53,0
6- Barra Traseira Trator Sem Cabina Ponta Com Indução de Ar	65,4	23,8	0,00	65,4
7- Barra Traseira Trator Cabinado Ponta Sem Indução de Ar	53,8	6,4	0,00	53,8
8- Barra Traseira Trator Cabinado Ponta Com Indução de Ar	55,0	9,7	0,00	55,0

(*) EDP – Exposição Dérmica Potencial; ERP – Exposição Respiratória Potencial

(**) Um Dia significa um total de 08 horas de trabalho

(1) – Desvio Padrão da Média

Entre as oito condições de trabalho avaliadas, a que proporcionou a maior exposição dérmica do tratorista (65,4 mL de calda.dia⁻¹) foi a com o pulverizador de barra traseira montado no trator sem cabina e utilizando a pontas TTI (com indução de ar). Por outro lado, a menor EDs do tratorista (19,2 mL de calda.dia⁻¹) ocorreu com o pulverizador com a barra central montado no trator com cabina utilizando as pontas TTI. As EDs das demais condições de trabalho foram intermediárias a estas.

A análise estatística dos resultados de ED está apresentada na Tabela 6. O coeficiente de variação da análise de variância foi de 27,4%. Este valor é muito inferior ao 70,2% calculado por MOMESSO & MACHADO NETO (2003) para o tratorista em aplicação de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar. Este valor é perfeitamente aceitável, de acordo com o protocolo da Organização Mundial de Saúde (WHO, 1982).

Verifica-se que houve efeitos significativos dos fatores posição da barra e o uso da cabina do trator e não significativo dos dois modelos de pontas de pulverização avaliados. A barra central, na média, proporcionou exposição dérmica ao tratorista significativamente menor (46,1%) que a barra traseira. Não foram encontrados outros trabalhos de pesquisa que possam ser comparados com estes resultados.

Tabela 6. Resultado das análises estatísticas dos dados de exposições dérmicas às caldas proporcionadas ao tratorista nas oito condições avaliadas de aplicação de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar. Jaboticabal, 2006.

Causas da Variação	Valores de F
Posição da Barra (PB)	95,07 **
Condição do Trator (CT)	13,19 **
Modelo da Ponta (MP)	0,00 ^{ns}
PB x CT	5,18 *
PB x MP	4,94 *
CT x MP	2,42 ^{ns}
PB x CT x MP	0,90 ^{ns}
CV (%)	27,41
Posição da Barra	mL de calda dia⁻¹
Traseira	57,53 A ¹
Central	31,05 B
DMS (5%)	5,41
Condição do Trator	mL de calda dia⁻¹
Sem Cabina	49,22 A
Com Cabina	39,36 B
DMS (5%)	5,41
Modelo da Ponta	mL de calda dia⁻¹
Sem Indução de Ar	44,30 A
Com Indução de Ar	44,27 A
DMS (5%)	5,41

* ** e NS – significativo a nível de 1%, 5% e não significativo, respectivamente.

¹ – Médias seguidas da mesma letra na coluna e dentro do mesmo fator e contraste não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

O uso da cabina no trator, na média, proporcionou exposição dérmica ao tratorista significativamente menor (20,0%) que a com o trator sem cabina. Contudo, este resultado é inferior aos obtidos por MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003). Nestes trabalhos, a cabina do trator proporcionou reduções das

EDs do tratorista variando de 38,5% a 77,0% e de 95,8% a 87,8%, respectivamente. A menor eficiência no controle pode ser explicada pelas baixas exposições proporcionadas pelas condições de trabalho ao tratorista nesta pesquisa. Portanto, estes resultados comprovam a eficiência da cabina no controle da exposição e como uma medida de segurança coletiva importante nas pulverizações de herbicidas em cana-de-açúcar (MOMESSO & MACHADO NETO, 2003; MACHADO NETO & OLIVEIRA, 2006).

Por outro lado, não houve diferença significativa nas EDs dos tratoristas causada pela variação nas pontas dos bicos de pulverização. Como no caso da posição da barra de pulverização, também não foram encontrados outros trabalhos de pesquisa que possam ser comparados com estes resultados. Entretanto, as exposições semelhantes proporcionadas pelas pontas de pulverização utilizadas podem ser devido à semelhança entre o tamanho das gotas (DMV) e uniformidade do espectro (span). As gotas produzidas por ambas as pontas são classificadas na categoria de extremamente grossas e, portanto, com baixo potencial de deriva e de evaporação, de acordo com as citações de GADANHA JUNIOR (2000), WOLF (2000a, b) e BOLLER (2004).

Na Tabela 7 estão apresentados os valores da análise do desdobramento da interação da análise estatística quanto às interações entre os fatores que foram significativas, pelos valores de F (Tabela 6).

Quanto à interação entre posição da barra dentro da condição do trator, observa-se que no pulverizador com a barra central a cabina proporcionou redução da ED de 41,2% (Tabela 7). Este resultado está entre os obtidos por MOMESSO & MACHADO NETO (2003). Com o pulverizador de barra traseira, a utilização da cabina proporcionou redução da ED de apenas 6,3%. O uso da cabina do trator como medida de segurança coletiva foi eficiente no controle da exposição dérmica do tratorista com o uso da barra central. Com a barra traseira, os valores da ED foram muito próximos com e sem a utilização da cabina e não diferiram significativamente entre si. Este resultado difere dos resultados obtidos por MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003). Estes autores obtiveram maior controle da ED quando avaliaram o uso da cabina como medida de proteção coletiva. No entanto, a baixa eficiência da cabina do trator em

medições com a barra traseira foram devidas às baixas exposições potenciais proporcionadas ao tratorista pelas condições de trabalho avaliadas, quando comparadas aos trabalhos de MOMESSO & MACHADO NETO (2003), CRISTÓFORO (2003), MACHADO NETO & OLIVEIRA (2006).

Tabela 7. Valores da análise do desdobramento da interação entre os fatores com os dados das ED às caldas proporcionadas ao tratorista nas oito condições avaliadas de aplicação de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar. Jaboticabal, 2006.

Medida de Proteção	Condições do Pulverizador	mL de calda dia ⁻¹	Valores de F	Redução da Exposição Dérmica (%)
Barra Central	Sem Cabina	39,1 A	17,5**	41,2
	Com Cabina	23,0 B		
Barra Traseira	Sem Cabina	59,4 A	0,9 ^{ns}	6,3
	Com Cabina	55,7 A		
Sem Cabina	Barra Central	39,1 A	27,9**	34,2
	Barra Traseira	59,4 B		
Com Cabina	Barra Central	23,0 A	72,3**	58,7
	Barra Traseira	55,7 B		
Barra Central	Ponta TF	34,1 A	2,5 ^{ns}	17,9
	Ponta TTI	28,0 A		
Barra Traseira	Ponta TF	54,5 A	2,5 ^{ns}	9,9
	Ponta TTI	60,5 A		
Ponta TF	Barra Central	34,1 A	28,3**	37,4
	Barra Traseira	54,5 B		
Ponta TTI	Barra Central	28,0 A	71,7**	53,7
	Barra Traseira	60,5 B		

Para o fator trator dentro da posição da barra, observa-se pela Tabela 7, que nos tratores sem cabina, a barra central proporcionou redução da ED de 34,2% e com o uso da cabina proporcionou redução da ED de 58,7%, quando comparada ao uso da barra traseira. Portanto, nas condições específicas de trabalho, a barra central proporcionou controles da exposição dérmica do tratorista até muito superiores à média apresentada na Tabela 6, em relação à barra traseira. Assim, a barra central associada ao uso da cabina no trator pode ser recomendada como uma medida de proteção coletiva na pulverização de herbicidas em pré e pós-emergência na cultura de cana-de-açúcar.

Na interação entre posição da barra dentro do modelo de ponta utilizada, observa-se pela Tabela 7 que com a barra central, o uso da ponta TTI proporcionou redução de 17,9% da ED quando comparado a ponta TF, apesar de não diferirem estatisticamente. Com a barra traseira, a utilização da ponta TF proporcionou redução da ED de 9,9% quando comparada ao uso da ponta TTI, mesmo não diferindo estatisticamente. Comparando-se o fator modelo de ponta dentro da posição da barra, observa-se que com o uso da ponta TF, a redução da ED foi de 37,4% com a barra central em relação à barra traseira. Com o uso da ponta TTI, a redução da ED foi de 53,7% com a barra central em relação à barra traseira. O uso da ponta TTI foi mais seguro que a ponta TF, mesmo com ambas apresentando espectro de gotas classificados como extremamente grosso. Pelos resultados, verifica-se que a barra central proporciona menor exposição ao tratorista, e associada à cabina e as pontas TTI, pode ser recomendada como medida de proteção coletiva para pulverizações de herbicidas em cana-de-açúcar.

4.2. Distribuição das exposições dérmicas nas regiões do corpo do tratorista.

4.2.1. Efeito da cabina no trator com o pulverizador de barra central equipado com ponta sem indução de ar

Na Figura 7 encontra-se a distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra central e pontas sem indução de ar, modelo TF. As EDs proporcionadas às diversas partes do corpo do tratorista nesta condição decresceram na seguinte ordem: pernas-frente, pés, pernas-atrás, mãos, braços, tronco-frente, tronco-atrás, face e cabeça+pescoço.

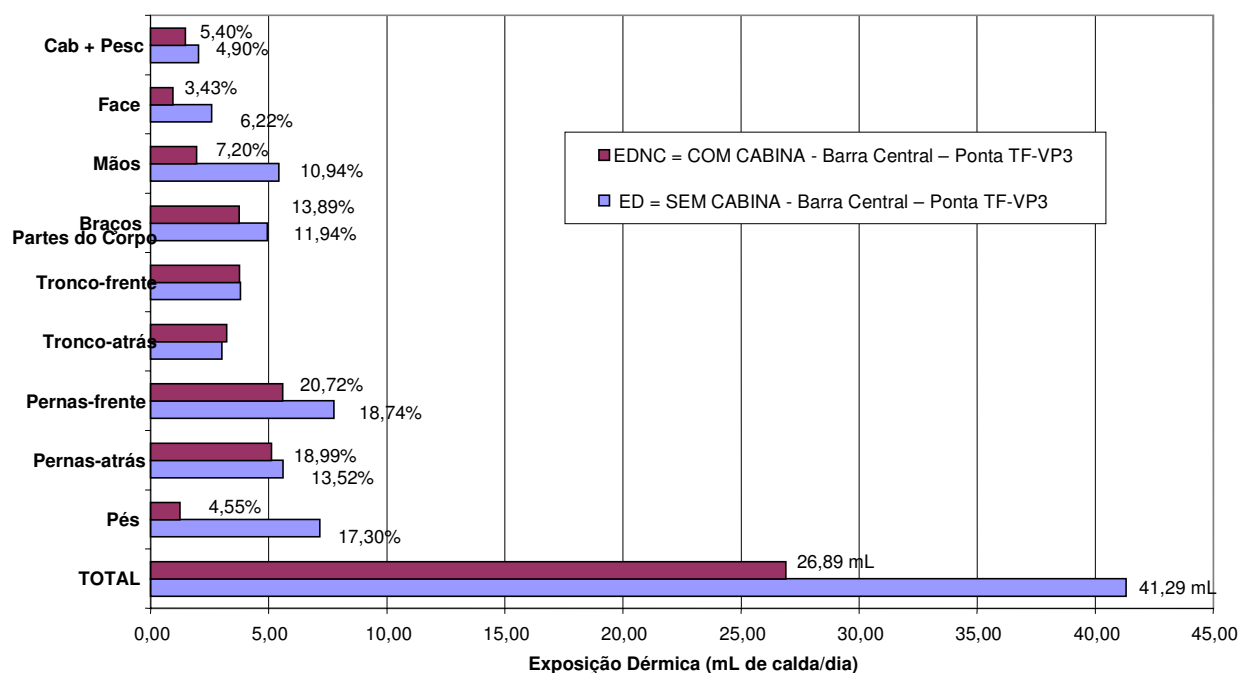


Figura 7. Distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra central e pontas sem indução de ar, modelo TF-VP3. Jaboticabal, SP, 2006.

Comparando-se a ordem das EDs das diversas partes do corpo do tratorista do presente trabalho com as EDs calculadas por MACHADO NETO (1997), MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003), observa-se algumas diferenças, que devem ser devido às especificidades das condições de trabalho.

MACHADO NETO (1997) avaliou a ED do tratorista aplicando com o pulverizador de barra traseira em cultura de algodão. As regiões do corpo, em ordem decrescente,

mais atingidas foram: perna-frente, mãos, braços e pés. MOMESSO & MACHADO NETO (2003) avaliaram a ED do tratorista aplicando herbicida com barra traseira na cultura de cana-de-açúcar. Em ordem decrescente, as partes do corpo mais atingidas foram: pés, mãos, braços, pernas-frente e pernas-atrás. CRISTÓFORO (2003) avaliou a ED do tratorista aplicando herbicida pré-emergente em culturas de soja e amendoim, com pulverizador de barra traseira. Em ordem decrescente, as partes do corpo mais atingidas foram: pernas-frente, pernas-atrás e pés.

As diferenças de distribuição das EDs nas partes do corpo do tratorista obtidas por esses autores, com relação ao presente trabalho, podem ter ocorrido devido principalmente à posição central da barra de pulverização (Figura 7). Os trabalhos citados foram realizados com barra traseira.

Outros fatores que também podem explicar estas diferenças destes resultados com os de MACHADO NETO (1997) e CRISTÓFORO (2003) são: diferença entre as culturas, condições climáticas ocorridas, modelo de pontas de pulverização utilizadas nos bicos e equipamentos. Entretanto, mesmo com estas diferenças, as regiões do corpo mais expostas nestes trabalhos foram os pés e as pernas-frente que aparecem em todos os trabalhos como as mais atingidas pelos agrotóxicos.

Sem a cabina no trator, as partes do corpo do tratorista que estão mais sujeitas à ED são as pernas-frente, os pés, as mãos, os braços e o tronco-frente. As exposições das mãos podem ser explicadas pelo contato com as partes contaminadas do pulverizador para fazer algum reparo no equipamento ou acessar o posto de trabalho no trator.

Com o uso da cabina e as pontas sem indução de ar na barra central a exposição dérmica do tratorista foi reduzida em 34,9%, onde os maiores controles ocorreram nas regiões dos pés, mãos, face, braços e pernas-frente.

4.2.2. Efeito da cabina no trator com o pulverizador de barra central equipado com ponta com indução de ar

Na Figura 8 encontra-se a distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com cabina no trator e o pulverizador com a barra central e as pontas com indução de ar, modelo TTI. As EDs proporcionadas às diversas partes do corpo do tratorista nesta condição decresceram na seguinte ordem: pernas-frente, pernas-atrás, pés, braços, tronco-frente, tronco-atrás, mãos, cabeça+pescoço e face.

MACHADO NETO (1997), MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003) obtiveram resultados com algumas diferenças, que novamente devem ser devido às especificidades das condições de trabalho. As diferenças de distribuição das EDs nas partes do corpo do tratorista obtidas por esses autores, com relação ao presente trabalho, podem ter ocorrido devido principalmente à posição central da barra de pulverização (Figura 8). Os trabalhos citados foram realizados com a barra de pulverização na posição traseira.

Como visto na Tabela 6, não houve diferença significativa nas EDs dos tratoristas causada pela variação nas gotas geradas pelas pontas dos bicos de pulverização. No entanto, a utilização das pontas TTI, classificadas como pontas que produzem espectro de gotas extremamente grossas, no presente trabalho proporcionou resultados das EDs diferentes dos resultados obtidos por CRISTÓFORO (2004). Esse autor avaliou EDs de $47,10 \text{ mL de calda.dia}^{-1}$, utilizando a ponta TeeJet-11003, classificadas pelo fabricante como ponta de pulverização que produzem gotas finas (SPRAYING SYSTEMS, 2006a). Este resultado foi 27,7% superior à condição de pulverização com a utilização do pulverizador com a barra central e com a ponta TTI.

Sem a cabina no trator, as partes do corpo do tratorista que estão mais sujeitas à ED são as pernas-frente, as pernas-atrás, os pés, os braços e o tronco-frente. Com o uso da cabina e as pontas com indução de ar no pulverizador com a barra central a exposição dérmica foi reduzida em 48,0%. As maiores reduções ocorreram nos pés, pernas-frente e pernas-atrás.

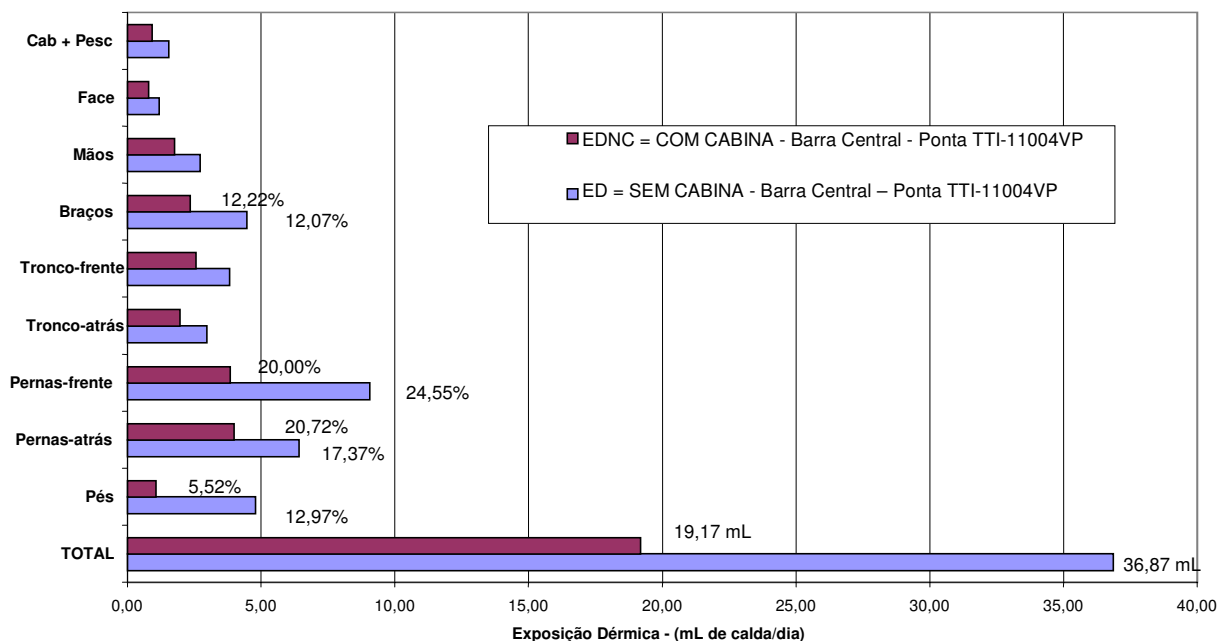


Figura 8. Distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra central utilizando-se as pontas de pulverização com indução de ar, modelo TTI-11004VP. Jaboticabal, SP, 2006.

4.2.3. Efeito da cabina no trator com o pulverizador de barra traseira equipado com ponta sem indução de ar

Na Figura 9 encontra-se a distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina no trator e o pulverizador com a barra traseira e pontas de pulverização sem indução de ar, modelo TF. As EDs proporcionadas às diversas partes do corpo do tratorista nesta condição decresceram na seguinte ordem: pernas-frente, braços, pernas-atrás, tronco-atrás, mãos, tronco-frente, cabeça+pescoço, face e pés.

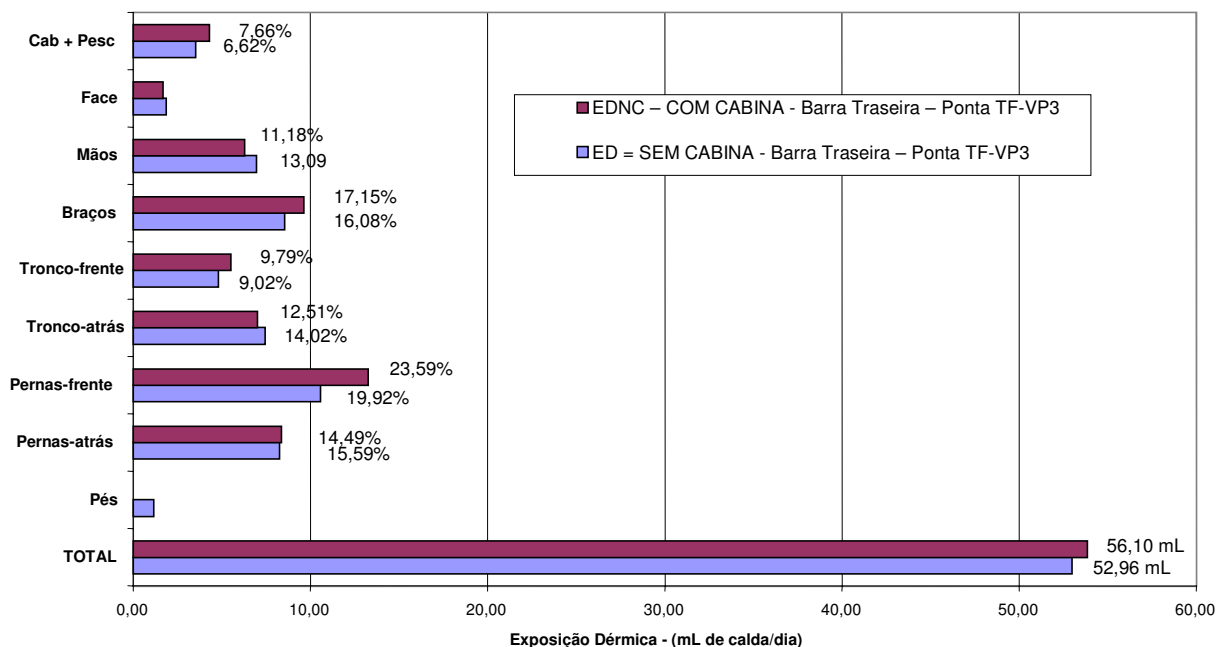


Figura 9. Distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra traseira utilizando-se as pontas de pulverização sem indução de ar, modelo TF-VP3. Jaboticabal, SP, 2006.

Novamente, comparando-se a ordem das EDs das diversas partes do corpo do tratorista do presente trabalho com as EDs calculadas por MACHADO NETO (1997), MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003), observa-se, mais uma vez, diferenças nos resultados. Na condição do presente trabalho avaliado, os pés foram as regiões do corpo que menos recebeu calda, diferentemente do que foi observado por MACHADO NETO (1997), MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003). Nos trabalhos destes autores, a região de maior exposição dérmica foi o tronco-atrás. As diferenças de distribuição das EDs nas partes do corpo do tratorista obtidas por esses autores, com relação ao presente trabalho, podem ser

explicadas pelas diferenças entre os pulverizadores utilizados, tipos de cultura, condições climáticas durante as pulverizações e ao tipo de pontas de pulverização.

Observando as Figuras 3 e 4 e analisando os resultados das Figuras 7 e 9, verifica-se que as partes do corpo mais expostas são: as pernas-frente, braços, pernas-atrás, tronco-atrás e as mãos. A posição da barra traseira proporcionou condições de exposição diferentes das avaliadas nos trabalhos de MACHADO NETO (1997), MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003). Entretanto, mesmo com as diferenças observadas entre os autores, as pernas-frente aparecem em todos os trabalhos entre as partes mais atingidas pelos agrotóxicos.

Sem o uso da cabina no trator, as regiões do corpo do tratorista mais expostas foram as pernas-frente, os braços, as pernas-atrás, o tronco-frente e as mãos. Com o uso da cabina e as pontas TF no pulverizador com a barra traseira a exposição dérmica do tratorista foi maior (5,9%) que sem o uso da cabina.

Na condição do pulverizador de barra traseira equipado com ponta sem indução de ar com o uso da cabina observa-se que a EDP foi maior que a condição do trator sem a cabina. Na Tabela 6, o fator uso de cabina proporcionou redução da EDP em 20,04%, porém nesta condição a EDNC foi 1,7% maior que a EDP. Verifica-se que as diferenças ocorreram devido a maior ED em quatro regiões do corpo do tratorista, em ordem decrescente: perna-frente, braços e tronco-frente. Acredita-se que as atitudes comportamentais do tratorista tenham sido a causa da pequena diferença entre as EDs e as EDNCs nas condições avaliadas. OLIVEIRA (2004) relata que o comportamento e a educação dos tratoristas podem afetar diretamente a intensidade da exposição ocupacional no trabalho com agrotóxicos.

A cabina do trator testada como medida de proteção coletiva não proporcionou controle adequado da exposição dérmica do tratorista em aplicações de agrotóxicos com o pulverizador de barra central equipado com as pontas sem indução de ar.

4.2.4. Efeito da cabina no trator com o pulverizador de barra traseira equipado com ponta com indução de ar

Na Figura 10 encontra-se a distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra traseira e pontas com indução de ar, modelo TTI. As EDs proporcionadas às diversas partes do corpo do tratorista nesta condição de trabalho decresceram na seguinte ordem: pernas-frente, braços, tronco-atrás, pernas-atrás, tronco-frente, mãos, cabeça+pescoço, face e pés.

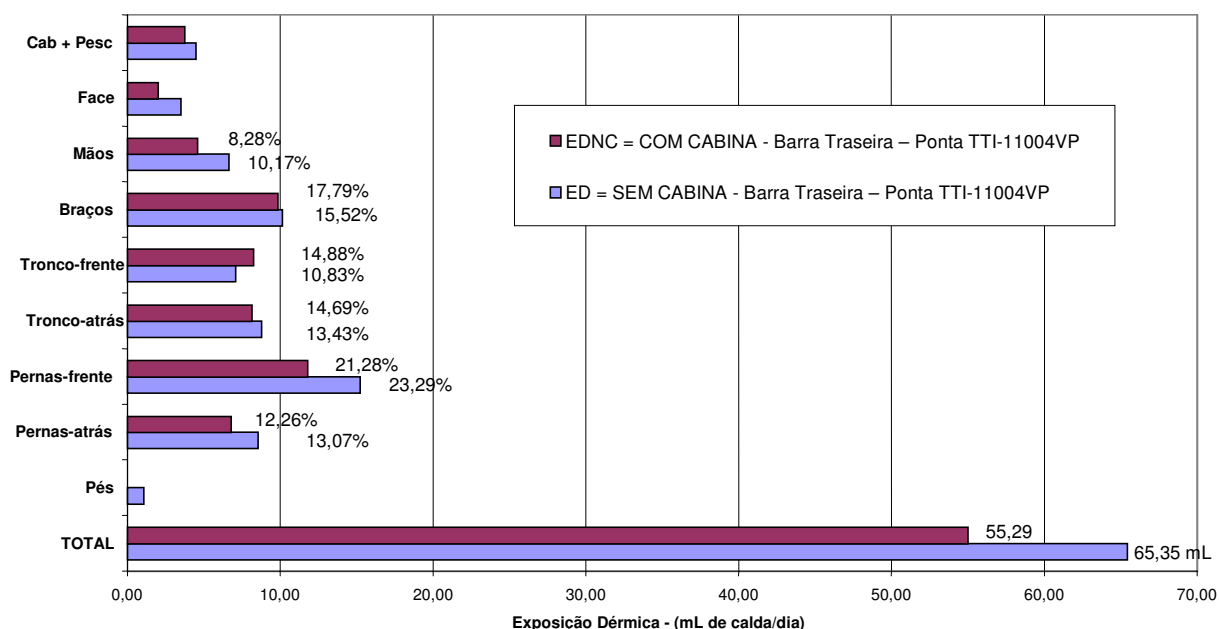


Figura 10. Distribuição das EDs nas regiões do corpo do tratorista proporcionadas pelas condições de trabalho sem e com a cabina do trator, com a barra traseira utilizando-se as pontas de pulverização com indução de ar, modelo TTI-11004VP. Jaboticabal, SP, 2006.

Como nas análises anteriores, observam-se diferenças entre os trabalhos conduzidos por MACHADO NETO (1997), MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003), que podem ser devidos às especificidades das condições de

trabalho. A região do corpo do tratorista com menor exposição dérmica foram os pés, diferentemente do que foi observado por MACHADO NETO (1997), MOMESSO & MACHADO NETO (2003) e CRISTÓFORO (2003).

Sem a cabina no trator, as partes do corpo do tratorista que estão mais sujeitas às exposições são as pernas-frente, braços, tronco-frente, tronco-atrás e as mãos. Com o uso da cabina e as pontas com indução de ar no pulverizador com a barra traseira a exposição dérmica do tratorista foi reduzida em 15,4%, onde as maiores reduções ocorreram nas regiões dos pés, pernas-frente e mãos.

4.3. Segurança das condições de trabalho

4.3.1. Efeito da barra central do pulverizador

As estimativas das EDPs e EDNCs aos herbicidas registrados à cultura de cana-de-açúcar, as margens de segurança (MS) e os tempos de trabalho seguro (TTS) calculados para o tratorista nas quatro condições de trabalho com a barra central estão contidas nas Tabelas 8 e 9. Para estes cálculos, foram consideradas as maiores doses das recomendações de herbicidas para a cultura de cana-de-açúcar nas condições de solo argiloso (ANDREI, 2003; ANVISA, 2006).

Nas Tabela 8 e 9 verifica-se que 15 das 46 recomendações de herbicidas registradas foram classificadas como seguras (MS = 1) para o tratorista, sem medidas de proteção quando utilizado a barra central no pulverizador e as pontas sem indução de ar (TF) e 16 quando utilizadas as pontas com indução de ar (TTI). Para as quatro condições de trabalho e em ordem decrescente de intensidade, foram seguras as pulverizações dos herbicidas imazapyr, trifloxysulfuron, imazapic, glyphosate, amicarbazone, hexazinone, sulfentrazone, clomazone, oxadiazon, isoxaflutole, pendimethalin, flazasulfuron, tebutiuron, etoxysulfuron, acetoclor e s-metaloclor.

Para estas 15 e 16 recomendações cujas condições de trabalho para o tratorista foram classificadas como seguras, embora os valores de TTS calculados são altos, outras medidas de segurança, como o uso da cabina no trator e equipamentos de

proteção individual, poderiam ser recomendada como medidas preventivas de exposições acidentais.

Com o uso da cabina no trator como medida de proteção coletiva tornaram-se seguras apenas as pulverizações de oxifluorfen, s-metaloclor e metribuzin. Estes resultados diferem dos obtidos por MOMESSO & MACHADO NETO (2003), onde as aplicações de mais herbicidas foram seguras. Esta diferença é devido à maior exposição dérmica proporcionada ao tratorista no presente trabalho.

No entanto, os resultados deste trabalho assemelham-se com os obtidos por CRISTÓFORO (2003) em pulverizações de herbicidas pré-emergente na cultura de soja, com volume de 200 L.ha⁻¹. Este autor verificou que as recomendações dos herbicidas trifluralin, metribuzin, cyanazine e alachlor também foram classificadas como inseguras para o tratorista. Quanto às formulações com dois ingredientes ativos, destaca-se que as misturas com ametryn, azafenidin e 2,4-D tornaram as pulverizações das formulações inseguras devido ao seu menor valor de NOEL, de 0,5 mg.kg⁻¹.dia⁻¹, 0,04 mg.kg⁻¹.dia⁻¹ e 1,00 mg.kg⁻¹.dia⁻¹, respectivamente (Tabela 1).

Quanto à toxicidade dos herbicidas, verifica-se que os mais tóxicos, com menor valor de NOEL, para a mesma condição de uso e dose, podem proporcionar condição de trabalho insegura (MS < 1) e vice-versa, dependendo da intensidade da exposição proporcionada pela condição de trabalho ao trabalhador.

Por outro lado, as formulações de mistura de herbicidas também são afetadas pela toxicidade de cada um dos herbicidas presentes. A segurança da condição de trabalho é baseada no menor valor de MS calculado para cada ingrediente ativo. A formulação composta pelos herbicidas diuron + paraquat não se tornou segura, pois a margem de segurança só se tornou maior que um (MS > 1) para o diuron, mas permaneceu inferior a 1 para o paraquat. Isto ocorreu também para as demais misturas, onde a recomendação de um herbicida é classificada como segura e do outra insegura.

Tabela 8. Valores médios das EPs, EDNCs, MS, NCE e TTS do tratorista aplicando os herbicidas registrados para a cultura de cana-de-açúcar, utilizando o pulverizador com barra central equipado com pontas de pulverização sem indução de ar. Jaboticabal. SP. 2006.

Nome Comum	mg i.a. / mL de calda	Exposição (mg i.a./dia)		EP		CABINA		TTS (h)	
		EP	EDNC CABINA	MS	NCE (%)	MS	NCE (%)	EP	CABINA
imazapvr	2.66	109.83	71.52	159.3	-	244.7	-	1274.45	1957.23
trifloxysulfuron	0.19	7.63	4.97	137.2	-	210.7	-	1097.20	1685.99
imazapic	1.86	76.59	49.87	125.2	-	192.2	-	1001.41	1537.94
glyphosate	9.00	371.61	241.99	17.7	-	27.1	-	141.25	216.93
amicarbazone	5.25	216.77	141.16	12.9	-	19.8	-	103.32	158.68
hexazinone	3.13	129.03	84.02	5.4	-	8.3	-	43.29	66.64
sulfentrazone	5.00	206.45	134.43	3.4	-	5.2	-	27.12	41.65
clomazone	7.50	309.68	201.65	3.2	-	4.9	-	25.31	38.88
oxadiazon	3.13	129.03	84.02	2.7	-	4.2	-	21.70	33.32
isoxaflutole	1.31	54.19	35.29	2.6	-	4.0	-	20.66	31.73
pendimethalin	8.75	361.29	235.26	2.3	-	3.6	-	18.60	28.56
flazasulfuron	0.50	20.64	13.44	2.1	-	3.3	-	16.94	26.02
tebuthiuron	6.00	247.74	161.32	2.0	-	3.0	-	15.82	24.30
etoxysulfuron	0.75	30.96	20.16	1.4	-	2.2	-	11.30	17.35
acetoclor	16.80	693.68	451.71	1.0	-	1.5	-	8.07	12.40
s-metaloclor	14.40	594.59	387.18	0.9	11.71	1.4	-	7.06	10.85
oxifluorfen	6.00	247.74	161.32	0.7	29.37	1.1	-	5.65	8.68
Alachlor	16.80	693.68	451.71	0.1	94.95	0.1	92.25	0.40	0.62
Alachlor + atrazine	9.60	396.39	258.12	0.1	92.94	0.1	89.15	0.57	0.87
Ametryn	10.00	412.91	268.87	0.1	88.23	0.2	81.92	0.94	1.45
Ametryn + Diuron	20.00	825.82	537.75	0.2	83.05	0.3	73.97	1.36	2.08
Ametryn + clomazone	12.00	495.49	322.65	0.3	71.75	0.4	56.61	2.26	3.47
Ametryn + Diuron	6.00	247.74	161.32	4.0	-	6.1	-	31.64	48.59
Ametryn + simazine	9.60	396.39	258.12	0.4	64.68	0.5	45.76	2.83	4.34
Ametryn + trifloxysulfuron	6.20	256.00	166.70	0.2	82.91	0.3	73.76	1.37	2.10
Asulam	10.00	412.91	268.87	0.3	66.10	0.5	47.93	2.71	4.17
Atrazine	10.00	412.91	268.87	0.1	91.52	0.1	86.98	0.68	1.04
Atrazine + simazine	7.33	302.45	196.95	0.5	53.71	0.7	28.92	3.70	5.69
Azafenidin	0.19	7.63	4.97	137.2	-	210.7	-	1097.2	1685.99
Azafenidin + hexazinone	18.00	743.23	483.98	0.0	95.29	0.1	92.77	0.38	0.58
Cyanazine	17.50	722.59	470.53	0.0	96.16	0.1	92.56	0.39	0.60
Diuron	6.88	283.87	184.85	0.1	87.67	0.2	81.07	0.99	1.51
Diuron + paraquat	6.88	283.87	184.85	0.1	87.67	0.2	81.07	0.99	1.51
Diuron + MSMA	10.00	412.91	268.87	0.0	99.32	0.0	98.96	0.05	0.08
Diuron + tebuthiuron	0.61	25.29	16.46	0.1	88.94	0.2	83.01	0.89	1.36
Diuron + MSMA	0.79	32.51	21.17	21.5	-	33.0	-	172.13	264.37
Diuron + MSMA	12.50	516.13	336.09	0.0	97.29	0.0	95.83	0.22	0.33
Diuron + MSMA	3.60	148.64	96.79	0.2	82.11	0.3	72.52	1.43	2.20
Diuron + MSMA	9.36	386.48	251.66	0.1	88.68	0.2	82.62	0.91	1.39
Diuron + MSMA	1.50	61.93	40.33	0.7	29.38	1.1	-	5.65	8.68
Diuron + MSMA	3.00	123.87	80.66	0.2	78.53	0.3	67.03	1.72	2.64
Diuron + MSMA	7.02	289.86	188.75	0.2	84.91	0.2	76.82	1.21	1.85
Diuron + MSMA	1.98	81.75	53.23	8.6	-	13.1	-	68.48	105.17
Diuron + MSMA	7.00	289.03	188.21	0.2	84.86	0.2	76.76	1.21	1.86
Diuron + MSMA	18.00	743.23	483.98	0.1	94.11	0.1	90.96	0.47	0.72
Diuron + MSMA	10.00	412.91	268.87	0.1	89.40	0.2	83.73	0.85	1.30
Diuron + MSMA	4.00	165.16	107.55	0.3	73.51	0.4	59.32	2.12	3.25
Diuron + MSMA	1.25	51.61	33.60	0.4	59.33	0.6	37.53	3.25	5.00
Diuron + MSMA	7.50	309.68	201.65	0.2	77.40	0.3	65.29	1.81	2.78
Diuron + MSMA	12.00	495.49	322.65	0.5	52.91	0.7	27.69	3.77	5.79
Diuron + MSMA	10.80	445.94	290.38	0.1	92.15	0.1	87.95	0.63	0.96
Diuron + MSMA	12.50	516.13	336.09	0.1	93.22	0.1	89.59	0.54	0.83
Diuron + MSMA	14.40	594.59	387.18	0.0	100.00	0.0	100.00	0.00	0.00
Diuron + MSMA	1.80	74.32	48.39	0.0	100.00	0.0	100.00	0.00	0.00
Diuron + MSMA	12.00	495.49	322.65	0.4	64.68	0.5	45.76	2.83	4.34
Diuron + MSMA	12.09	499.20	325.07	0.1	85.98	0.2	78.47	1.12	1.72
Diuron + MSMA	8.70	359.23	233.92	0.2	80.51	0.3	70.08	1.56	2.39
Diuron + MSMA	0.53	21.96	14.30	22.3	-	34.2	-	178.31	273.89

Seguras (MS ≥ 1) - branca

Inseguras (MS < 1) - amarela

Tabela 9. Valores médios das EPs, EDNC, MS, NCE e TTS do tratorista aplicando os herbicidas registrados para a cultura de cana-de-açúcar utilizando o pulverizador com barra central equipado com pontas de pulverização com indução de ar. Jaboticabal. SP. 2006.

Nome Comum	mg i.a. / mL de calda	Exposição (mg i.a./dia)		EP		CABINA		TTS (h)	
		EP	EDNC CABINA	MS	NCE (%)	MS	NCE (%)	EP	CABINA
imazapvr	2.66	98.06	50.98	178.4	-	343.2	-	1427.51	2745.34
trifloxysulfuron	0.19	6.82	3.54	153.8	-	295.5	-	1230.00	2364.07
imazapic	1.86	68.38	35.55	140.2	-	269.6	-	1121.71	2157.19
glyphosate	14.40	530.87	276.02	19.8	-	38.0	-	158.22	304.28
amicarbazone	5.25	193.54	100.63	14.5	-	27.8	-	115.73	222.57
hexazinone	3.13	115.20	59.90	6.1	-	11.7	-	48.60	93.48
sulfentrazone	5.00	184.33	95.84	3.8	-	7.3	-	30.38	58.42
clomazone	7.50	276.49	143.76	3.5	-	6.8	-	28.35	54.53
oxadiazon	3.13	115.20	59.90	3.0	-	5.8	-	24.30	46.74
isoxaflutole	1.31	48.38	25.15	2.9	-	5.6	-	23.14	44.50
pendimethalin	8.75	322.57	167.72	2.6	-	5.0	-	20.83	40.06
flazasulfuron	0.50	18.43	9.58	2.4	-	4.6	-	18.98	36.49
tebuthiuron	6.00	221.19	115.01	2.2	-	4.3	-	17.72	34.08
etoxysulfuron	0.75	27.64	14.37	1.6	-	3.0	-	12.65	24.33
acetoclor	16.80	619.35	322.03	1.1	-	2.2	-	9.04	17.39
s-metaloclor	14.40	530.87	276.02	1.0	-	1.9	-	7.91	15.22
metribuzin	7.20	265.43	138.01	0.5	47.26	1.0	-	4.22	8.11
alachlor	16.80	619.35	322.03	0.1	94.35	0.1	89.13	0.45	0.87
alachlor + atrazine	12.00	442.39	230.02	0.1	92.09	0.2	84.78	0.63	1.22
atrazine	7.20	265.43	138.01	0.1	86.81	0.3	74.64	1.05	2.03
ametryn	20.00	737.32	383.37	0.2	81.01	0.4	63.48	1.52	2.92
ametryn + clomazone	12.00	442.39	230.02	0.3	68.35	0.6	39.14	2.53	4.87
ametryn + diuron	6.00	221.19	115.01	4.4	-	8.5	-	35.44	68.16
ametryn + simazine	9.60	353.91	184.01	0.4	60.44	0.8	23.92	3.16	6.09
ametryn + diuron	6.20	228.57	118.84	0.2	80.86	0.4	63.19	1.53	2.94
ametryn + simazine	10.00	368.66	191.68	0.4	62.03	0.7	26.97	3.04	5.84
ametryn + atrazine	10.00	368.66	191.68	0.1	90.51	0.2	81.74	0.76	1.46
ametryn + trifloxysulfuron	7.33	270.04	140.41	0.5	48.16	1.0	0.30	4.15	7.98
asulam	0.19	6.82	3.54	153.8	-	295.5	-	1230.00	2364.07
atrazine	18.00	663.59	345.03	0.1	94.73	0.1	89.86	0.42	0.81
atrazine + simazine	17.50	645.15	335.45	0.1	94.58	0.1	89.57	0.43	0.83
atrazine + atrazine	6.88	253.45	131.78	0.1	86.19	0.3	73.44	1.10	2.12
atrazine + simazine	6.88	253.45	131.78	0.1	86.19	0.3	73.44	1.10	2.12
azafenidin	10.00	368.66	191.68	0.0	99.24	0.0	98.54	0.06	0.12
azafenidin + hexazinone	0.61	22.58	11.74	0.1	87.60	0.2	76.17	0.99	1.91
hexazinone	0.79	29.03	15.09	24.1	-	46.4	-	192.83	370.81
cyanazine	12.50	460.82	239.60	0.0	96.96	0.1	94.16	0.24	0.47
paraquat	3.60	132.71	69.00	0.2	79.96	0.4	61.46	1.60	3.08
diuron	9.36	345.06	179.41	0.1	87.32	0.2	75.62	1.01	1.95
diuron + paraquat	1.50	55.29	28.75	0.8	20.90	1.5	-	6.33	12.17
diuron + paraquat	3.00	110.59	57.50	0.2	75.95	0.5	53.75	1.92	3.70
diuron + hexazinone	7.02	258.80	134.56	0.2	83.10	0.3	67.49	1.35	2.60
diuron + MSMA	1.98	72.99	37.95	9.6	-	18.4	-	76.71	147.52
diuron + MSMA	7.00	258.06	134.18	0.2	83.05	0.3	67.40	1.36	2.61
diuron + MSMA	18.00	663.59	345.03	0.1	93.41	0.1	87.32	0.53	1.01
diuron + tebuthiuron	10.00	368.66	191.68	0.1	88.13	0.2	77.18	0.95	1.83
tebuthiuron	4.00	147.46	76.67	0.3	70.33	0.6	42.95	2.37	4.56
fluazifop-P-butyl	1.25	46.08	23.96	0.5	54.44	0.9	12.38	3.64	7.01
halosulfuron-metyl	7.50	276.49	143.76	0.3	74.68	0.5	51.31	2.03	3.90
MSMA	10.80	398.15	207.02	0.1	91.21	0.2	83.09	0.70	1.35
oxifluorfen	6.00	221.19	115.01	0.8	20.89	1.5	-	6.33	12.17
simazine	12.50	460.82	239.60	0.1	92.41	0.1	85.39	0.61	1.17
sulfosate	14.40	530.87	276.02	0.0	100.00	0.0	100.00	0.00	0.00
tiazopir	1.80	66.35	34.50	0.0	100.00	0.0	100.00	0.00	0.00
trifluralin	12.00	442.39	230.02	0.4	60.44	0.8	23.92	3.16	6.09
2,4-D	12.09	445.71	231.74	0.2	84.30	0.3	69.80	1.26	2.42
2,4-D + picloran	8.70	320.73	166.76	0.2	78.18	0.4	58.03	1.75	3.36
picloran	0.53	19.61	10.19	25.0	-	48.0	-	199.78	384.14

Seguras (MS ≥ 1) - branca

Inseguras (MS < 1) - amarela

Para as recomendações que se classificaram como inseguras, os valores das MSs calculados resultaram em TTSs proporcionalmente inferiores ao período considerado de oito horas de jornada de trabalho. Entretanto, a restrição da jornada de trabalho ao TTS poderia ser utilizada como medida de segurança coletiva juntamente com o uso da cabina no trator para as recomendações dos herbicidas fluazifo-p-butil, metribuzin e trifluralin e das misturas de ametrin+trifloxysulfuron, ametrin+clomazone. Nestas condições de trabalho, o tratorista poderia trabalhar apenas a metade da jornada, ou seja, 4 horas de exposição diária. O restante da jornada o tratorista faria outra atividade sem exposição a estas recomendações de herbicidas.

4.3.2. Efeito da barra traseira do pulverizador

As estimativas das EDPs e EDNCs aos herbicidas registrados à cultura de cana-de-açúcar, as margens de segurança (MSs) e os tempos de trabalho seguro (TTSs) calculados para o tratorista nas quatro condições de trabalho com a barra traseira estão contidas nas Tabelas 10 e 11. Para estes cálculos, foram consideradas as maiores doses das recomendações de herbicidas para a cultura de cana-de-açúcar nas condições de solo argiloso (ANDREI, 2003; ANVISA, 2006).

Verifica-se na Tabela 10 que 14 das 46 recomendações de herbicidas registradas foram classificadas como seguras ($MS \geq 1$) para o tratorista, sem medidas de proteção quando utilizado a barra traseira no pulverizador e as pontas TF e na Tabela 11 que 13 das 46 recomendações foram classificadas como seguras ($MS \geq 1$) para o tratorista com as pontas TTI. Na condição de trabalho com a barra traseira e a ponta TF, em ordem decrescente de intensidade, foram seguras as pulverizações dos herbicidas imazapyr, trifloxysulfuron, imazapic, glyphosate, amicarbazone, hexazinone, sulfentrazone, clomazone, oxadiazon, isoxaflutole, pendimethalin, flazasulfuron, tebuthiuron e etoxysulfuron. Para a condição de trabalho com a ponta TTI, em ordem decrescente de intensidade, foram seguras as pulverizações dos herbicidas imazapyr,

trifloxysulfuron, imazapic, glyphosate, amicarbazone, hexazinone, sulfentrazone, clomazone, oxadiazon, isoxaflutole, pendimethalin, flazasulfuron e tebuthiuron.

Para estas 14 e 13 recomendações referentes aos dados das Tabelas 10 e 11, respectivamente, cujas condições de trabalho para o tratorista foram classificadas como seguras, embora os valores de TTS calculados são altos, outras medidas de segurança, como o uso da cabina no trator e equipamentos de proteção individual, poderiam ser recomendada como medidas preventivas de exposições acidentais.

Como medida de proteção coletiva nenhuma condição se tornou segura com o uso da cabina no trator na condição da barra traseira com a ponta TF. Tornaram-se seguras apenas a recomendação do herbicida etoxysulfuron para a condição de trabalho com a barra traseira e a ponta TTI, com o uso da cabina. Estes resultados novamente diferem dos obtidos por MOMESSO & MACHADO NETO (2003), onde as aplicações de mais herbicidas foram seguras. Esta diferença é devido à maior exposição dérmica proporcionada ao tratorista no presente trabalho.

Novamente, os resultados deste trabalho assemelham-se com os obtidos por CRISTÓFORO (2003).

Em pulverizações de herbicidas pré-emergente na cultura de soja, com volume de $200 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, o autor verificou que as recomendações dos herbicidas trifluralin, metribuzin, cyanazine e alachlor também foram classificadas como inseguras para o tratorista.

Como visto anteriormente, as formulações de mistura de herbicidas também são afetadas pela toxicidade de cada um dos herbicidas presentes. Na condição de trabalho com a barra traseira com pontas TF e TTI, todas as recomendações em mistura foram classificadas como inseguras ($MS < 1$).

Verifica-se ainda nas Tabelas 10 e 11 que foram classificadas como inseguras ($MS < 1$) para o tratorista 32 recomendações de herbicidas registrados para a cana-de-açúcar quando utilizadas as pontas TTI, sem ou com a cabina no trator e 33 recomendações quando utilizado as pontas TF. As NCE calculadas variaram entre 21,3 e 100%.

Tabela 10. Valores médios das EPs, EDNCs, MS, NCE e TTS do tratorista aplicando os herbicidas registrados para a cultura de cana-de-açúcar utilizando o pulverizador com barra traseira equipado com pontas de pulverização sem indução de ar. Jaboticabal. SP. 2006.

Nome Comum	mg i.a. / mL de calda	Exposição (mg i.a./dia)		EP		CABINA		TTS (h)	
		EP	EDNC CABINA	MS	NCE (%)	MS	NCE (%)	EP	CABINA
imazapvr	2.66	140.87	143.21	124.2	-	122.2	-	993.77	977.52
trifloxysulfuron	0.19	9.79	9.96	107.2	-	105.4	-	857.33	843.31
imazapic	1.86	98.24	99.87	97.6	-	96.0	-	780.92	768.15
glyphosate	14.40	762.64	775.32	13.8	-	13.5	-	110.14	108.34
amicarbazone	5.25	278.04	282.67	10.1	-	9.9	-	80.56	79.24
hexazinone	3.13	165.50	168.25	4.2	-	4.2	-	33.84	33.28
sulfentrazone	5.00	264.80	269.20	2.6	-	2.6	-	21.15	20.80
clomazone	7.50	397.21	403.81	2.5	-	2.4	-	19.74	19.41
oxadiazon	3.13	165.50	168.25	2.1	-	2.1	-	16.92	16.64
isoxaflutole	1.31	69.51	70.66	2.0	-	2.0	-	16.11	15.85
pendimethalin	8.75	463.41	471.11	1.8	-	1.8	-	14.50	14.26
flazasulfuron	0.50	26.48	26.92	1.7	-	1.6	-	13.22	13.00
tebuthiuron	6.00	317.76	323.05	1.5	-	1.5	-	12.34	12.13
etoxysulfuron	0.75	39.72	40.38	1.1	-	1.1	-	8.81	8.67
acetoclor	16.80	889.75	904.54	0.8	21.33	0.8	22.61	6.29	6.19
alachlor	16.80	889.75	904.54	0.0	96.07	0.0	96.13	0.31	0.31
alachlor + atrazine	12.00	635.53	646.10	0.1	94.49	0.1	94.58	0.44	0.43
ametryn	7.20	381.32	387.66	0.1	90.82	0.1	90.97	0.73	0.72
ametryn + clomazone	20.00	1059.23	1076.83	0.1	86.78	0.1	87.00	1.06	1.04
ametryn + diuron	12.00	635.53	646.10	0.2	77.97	0.2	78.33	1.76	1.73
ametryn + simazine	6.00	317.76	323.05	3.1	-	3.0	-	24.67	24.27
ametryn + simazine	9.60	508.43	516.88	0.3	72.46	0.3	72.91	2.20	2.17
ametryn + simazine	6.20	328.36	333.81	0.1	86.68	0.1	86.89	1.07	1.05
ametryn + simazine	10.00	529.61	538.41	0.3	73.57	0.3	74.00	2.11	2.08
ametryn + trifloxysulfuron	10.00	529.61	538.41	0.1	93.39	0.1	93.50	0.53	0.52
ametryn + trifloxysulfuron	7.33	387.94	394.39	0.4	63.91	0.4	64.50	2.89	2.84
asulam	0.19	9.79	9.96	107.2	-	105.4	-	857.33	843.31
atrazine	18.00	953.30	969.15	0.0	96.33	0.0	96.39	0.29	0.29
atrazine + simazine	17.50	926.82	942.23	0.0	96.22	0.0	96.29	0.30	0.30
atrazine + simazine	6.88	364.11	370.16	0.1	90.39	0.1	90.54	0.77	0.76
atrazine + simazine	6.88	364.11	370.16	0.1	90.39	0.1	90.54	0.77	0.76
azafenidin	10.00	529.61	538.41	0.0	99.47	0.0	99.48	0.04	0.04
azafenidin + hexazinone	0.61	32.43	32.97	0.1	91.37	0.1	91.51	0.69	0.68
azafenidin + hexazinone	0.79	41.70	42.40	16.8	-	16.5	-	134.27	132.07
cyanazine	12.50	662.01	673.02	0.0	97.89	0.0	97.92	0.17	0.17
paraquat	3.60	190.66	193.83	0.1	86.05	0.1	86.28	1.12	1.10
paraquat	9.36	495.71	503.96	0.1	91.17	0.1	91.32	0.71	0.69
diuron + paraquat	1.50	79.44	80.76	0.6	44.93	0.5	45.83	4.41	4.33
diuron + paraquat	3.00	158.88	161.52	0.2	83.26	0.2	83.53	1.34	1.32
diuron + hexazinone	7.02	371.78	377.97	0.1	88.23	0.1	88.43	0.94	0.93
diuron + hexazinone	1.98	104.86	106.60	6.7	-	6.6	-	53.40	52.53
diuron + MSMA	7.00	370.73	376.89	0.1	88.20	0.1	88.39	0.94	0.93
diuron + MSMA	18.00	953.30	969.15	0.0	95.41	0.0	95.49	0.37	0.36
diuron + tebuthiuron	10.00	529.61	538.41	0.1	91.74	0.1	91.87	0.66	0.65
diuron + tebuthiuron	4.00	211.84	215.36	0.2	79.35	0.2	79.69	1.65	1.63
fluazifop-P-butyl	1.25	66.20	67.30	0.3	68.28	0.3	68.80	2.54	2.50
halosulfuron-metyl	7.50	397.21	403.81	0.2	82.38	0.2	82.67	1.41	1.39
metribuzin	7.20	381.32	387.66	0.4	63.29	0.4	63.89	2.94	2.89
MSMA	10.80	571.98	581.49	0.1	93.88	0.1	93.98	0.49	0.48
oxifluorfen	6.00	317.76	323.05	0.6	44.93	0.5	45.83	4.41	4.33
simazine	12.50	662.01	673.02	0.1	94.71	0.1	94.80	0.42	0.42
s-metaloclor	14.40	762.64	775.32	0.7	31.16	0.7	32.29	5.51	5.42
sulfosate	14.40	762.64	775.32	0.0	100.00	0.0	100.00	0.00	0.00
tiazopir	1.80	95.33	96.91	0.0	100.00	0.0	100.00	0.00	0.00
trifluralin	12.00	635.53	646.10	0.3	72.46	0.3	72.91	2.20	2.17
2,4-D	12.00	640.30	650.94	0.1	89.07	0.1	89.25	0.87	0.86
2,4-D + picloran	8.70	460.76	468.42	0.2	84.81	0.1	85.06	1.22	1.20
picloran	0.53	28.17	28.64	17.4	-	17.1	-	139.13	136.85

Seguras (MS ≥ 1) - branca

Inseguras (MS < 1) - amarela

Tabela 11. Valores médios das EPs, EDNCs, MS, NCE e TTS do tratorista aplicando os herbicidas registrados para a cultura de cana-de-açúcar utilizando o pulverizador com barra traseira equipado com pontas de pulverização com indução de ar. Jaboticabal. SP. 2006.

Nome Comum	mg i.a. / mL de calda	Exposição (mg i.a./dia)		EP		CABINA		TTS (h)	
		EP	EDNC CABINA	MS	NCE (%)	MS	NCE (%)	EP	CABINA
Imazapvr	2.66	174.05	146.30	100.5	-	119.6	-	804.34	956.93
trifloxysulfuron	0.19	12.10	10.17	86.7	-	103.2	-	693.91	825.55
Imazapic	1.86	121.38	102.02	79.0	-	94.0	-	632.06	751.97
glyphosate	14.40	942.25	792.00	11.1	-	13.3	-	89.15	106.06
amicarbazone	5.25	343.52	288.75	8.2	-	9.7	-	65.21	77.58
hexazinone	3.13	204.48	171.87	3.4	-	4.1	-	27.39	32.58
sulfentrazone	5.00	327.17	275.00	2.1	-	2.5	-	17.12	20.36
clomazone	7.50	490.75	412.50	2.0	-	2.4	-	15.98	19.01
oxadiazon	3.13	204.48	171.87	1.7	-	2.0	-	13.69	16.29
isoxaflutole	1.31	85.88	72.18	1.6	-	1.9	-	13.04	15.52
pendimethalin	8.75	572.54	481.25	1.5	-	1.7	-	11.74	13.96
flazasulfuron	0.50	32.71	27.50	1.3	-	1.6	-	10.70	12.73
tebuthiuron	6.00	392.60	330.00	1.2	-	1.5	-	9.98	11.88
etoxyxysulfuron	0.75	49.07	41.25	0.9	10.85	1.1	-	7.13	8.48
acetoclor	16.80	1099.29	924.00	0.6	36.32	0.8	24.24	5.09	6.06
alachlor	16.80	1099.29	924.00	0.0	96.82	0.0	96.21	0.25	0.30
alachlor + atrazine	12.00	785.20	660.00	0.0	95.54	0.1	94.70	0.36	0.42
atrazine	7.20	471.12	396.00	0.1	92.57	0.1	91.16	0.59	0.71
ametryn	20.00	1308.68	1100.01	0.1	89.30	0.1	87.27	0.86	1.02
ametryn + clomazone	12.00	785.20	660.00	0.2	82.17	0.2	78.79	1.43	1.70
clomazone	6.00	392.60	330.00	2.5	-	3.0	-	19.97	23.76
ametryn + diuron	9.60	628.16	528.00	0.2	77.71	0.3	73.49	1.78	2.12
diuron	6.20	405.69	341.00	0.1	89.22	0.1	87.17	0.86	1.03
ametryn + simazine	10.00	654.34	550.00	0.2	78.60	0.3	74.55	1.71	2.04
simazine	10.00	654.34	550.00	0.1	94.65	0.1	93.64	0.43	0.51
ametryn + trifloxysulfuron	7.33	479.30	402.87	0.3	70.79	0.3	65.25	2.34	2.78
trifloxysulfuron	0.19	12.10	10.17	86.7	-	103.2	-	693.91	825.55
asulam	18.00	1177.81	990.00	0.0	97.03	0.0	96.46	0.24	0.28
atrazine	17.50	1145.09	962.50	0.0	96.94	0.0	96.36	0.24	0.29
atrazine + simazine	6.88	449.85	378.12	0.1	92.22	0.1	90.74	0.62	0.74
simazine	6.88	449.85	378.12	0.1	92.22	0.1	90.74	0.62	0.74
azafenidin	10.00	654.34	550.00	0.0	99.57	0.0	99.49	0.03	0.04
azafenidin + hexazinone	0.61	40.07	33.68	0.1	93.01	0.1	91.69	0.56	0.66
hexazinone	0.79	51.52	43.31	13.6	-	16.2	-	108.68	129.29
cyanazine	12.50	817.92	687.50	0.0	98.29	0.0	97.96	0.14	0.16
paraquat	3.60	235.56	198.00	0.1	88.71	0.1	86.57	0.90	1.07
diuron	9.36	612.46	514.80	0.1	92.86	0.1	91.50	0.57	0.68
diuron + paraquat	1.50	98.15	82.50	0.4	55.43	0.5	46.97	3.57	4.24
paraquat	3.00	196.30	165.00	0.1	86.45	0.2	83.88	1.08	1.29
diuron + hexazinone	7.02	459.34	386.10	0.1	90.48	0.1	88.67	0.76	0.91
hexazinone	1.98	129.55	108.90	5.4	-	6.4	-	43.22	51.42
diuron + MSMA	7.00	458.03	385.00	0.1	90.45	0.1	88.64	0.76	0.91
MSMA	18.00	1177.81	990.00	0.0	96.29	0.0	95.58	0.30	0.35
diuron + tebuthiuron	10.00	654.34	550.00	0.1	93.31	0.1	92.05	0.53	0.64
tebuthiuron	4.00	261.73	220.00	0.2	83.28	0.2	80.11	1.34	1.59
fluazifop-P-butyl	1.25	81.79	68.75	0.3	74.33	0.3	69.45	2.05	2.44
halosulfuron-metyl	7.50	490.75	412.50	0.1	85.74	0.2	83.03	1.14	1.36
metribuzin	7.20	471.12	396.00	0.3	70.28	0.4	64.65	2.38	2.83
MSMA	10.80	706.68	594.00	0.0	95.05	0.1	94.11	0.40	0.47
oxifluorfen	6.00	392.60	330.00	0.4	55.43	0.5	46.97	3.57	4.24
simazine	12.50	817.92	687.50	0.0	95.72	0.1	94.91	0.34	0.41
s-metaloclor	14.40	942.25	792.00	0.6	44.28	0.7	33.71	4.46	5.30
sulfosate	14.40	942.25	792.00	0.0	100.00	0.0	100.00	0.00	0.00
tiazopir	1.80	117.78	99.00	0.0	100.00	0.0	100.00	0.00	0.00
trifluralin	12.00	785.20	660.00	0.2	77.71	0.3	73.49	1.78	2.12
2,4-D	12.09	791.09	664.95	0.1	91.15	0.1	89.47	0.71	0.84
2,4-D + picloran	8.70	569.27	478.50	0.1	87.70	0.1	85.37	0.98	1.17
picloran	0.53	34.81	29.26	14.1	-	16.7	-	112.61	133.97

Seguras (MS \geq 1) - branca

Inseguras (MS < 1) - amarela

Para estes herbicidas ainda há necessidade de se complementar a proteção do tratorista com outras medidas de segurança, como o uso dos equipamentos de proteção individual. Para as recomendações que se classificaram como inseguras, os valores das MS calculados resultaram em TTS proporcionalmente inferiores ao período considerado de oito horas de jornada de trabalho. Entretanto, a restrição da jornada de trabalho ao TTS poderia ser utilizada como medida de segurança coletiva juntamente com o uso da cabina no trator para as recomendações dos herbicidas acetoclor, oxifluorfen e s-metaloclor. Nestas condições de trabalho, o tratorista poderia trabalhar apenas a metade da jornada, ou seja, 4 horas de exposição diária. O restante da jornada o tratorista faria outra atividade sem exposição a estas recomendações de herbicidas.

5. CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

1 - A quase totalidade das exposições proporcionadas ao tratorista nas aplicações de herbicidas em pré e em pós-emergência da cultura da cana-de-açúcar com o pulverizador montado em trator com ou sem cabina, barra central ou traseira e bicos de pulverização equipados com as pontas TF e TTI ocorre na via dérmica e a exposição na via respiratória é desprezível.

2 - As pontas de pulverização com indução de ar (TTI) isoladas não são eficientes como medidas de proteção coletiva. Porém, quando associadas à barra central e à cabina no trator controlam a exposição dérmica do tratorista o suficiente para tornar segura as pulverizações dos herbicidas metribuzin e s-metaloclor. Quando associadas à barra traseira e à cabina do trator, a pulverização do herbicida etoxysulfuron é classificada como segura.

3 – A cabina no trator é uma medida de proteção coletiva eficiente para proteger o tratorista das exposições aos agrotóxicos durante as pulverizações tanto com a barra central quanto com a barra traseira.

4 – A posição da barra central do pulverizador é uma medida de segurança coletiva eficiente na proteção do tratorista na pulverização dos herbicidas, principalmente quando associada com a cabina do trator e a ponta com indução de ar (TTI).

5 – de todas as 46 recomendações com a barra central sem a cabina são seguras as recomendações dos herbicidas imazapyr, trifloxysulfuron, imazapic, glyphosate, amicarbazone, hexazinone, sulfentrazone, clomazone, oxadiazon, isoxaflutole, pendimethalin, flazasulfuron, tebuthiuron, etoxysulfuron e acetoclor. Com o uso da cabina também são seguras as pulverizações de metribuzin e s-metaloclor.

6 – de todas as 46 recomendações com a barra traseira sem a cabina são seguras as recomendações dos herbicidas imazapyr, trifloxysulfuron, imazapic, glyphosate, amicarbazone, hexazinone, sulfentrazone, clomazone, oxadiazon, isoxaflutole, pendimethalin, flazasulfuron, tebuthiuron. Com as pontas sem indução de ar (TF) e com a cabina também é segura a recomendação do herbicida etoxysulfuron.

7 – Nas pulverizações com barra central, as necessidades de controle das exposições dérmicas calculadas para as condições classificadas como inseguras podem ser atendidas para os herbicidas na mistura de ametryn + trifloxysulfuron, fluazifop-p-butyl e trifluralin, e metribuzin com as pontas TF, com a restrição da exposição ao tempo de trabalho seguro (TTS).

8 - Nas pulverizações com barra traseira, as necessidades de controle das exposições dérmicas calculadas para as condições classificadas como inseguras podem ser atendidas para os herbicidas acetoclor, oxifluorfen e s-metaloclor com a restrição da exposição ao tempo de trabalho seguro (TTS).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 6. ed. São Paulo: Organização Andrei Editora, 2003. 672p.

ANVISA - SIA – SISTEMAS DE INFORMAÇÃO SOBRE AGROTÓXICOS. In: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/AGROSIA/asp/frm>. Acesso em 16 nov 2006.

BOLLER, W. Evolução da qualidade em equipamentos de aplicação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE, 3., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: 2004. p. 49-53.

BONSALL, J.L. Measurement of occupational exposure to pesticide. In: TURNBULL, G.L. (Ed.). **Occupational hazards of pesticide use**. London: Taylor & Francis, 1985. p. 13-23.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura – NR 31**, Portaria n.86, 03 mar. 2005. Brasília: Diário Oficial da União, 2005. 30p.

BROUWER, D. H.; BROUWER, R.; DE VREEDE, J.A.F.; DE MIK, G.; VAN HEMMEN, J.J. Respiratory exposure to field-strength dusts in greenhouses during application and after re-entry. **TNO Health Research - Annual report 1990**,. p.183-184, 1990.

BYERS, M. E.; KAMBLE, S. T.; WITKOWSKI, J. F.; ECHTENKAMS, G. Exposure of a mixer-loader to insecticides applied to Corn via a center-pivot irrigation system. **Bull. Environm. Contam. Toxicol**, v.49, p.58-65, 1992.

COPPLESTONE, J.F. Pesticides. In: PERMAGGIANI, L. (Ed.) **Encyclopaedia of occupational health and safety**. 3.e.d. Geneva: International labour, 1989. v.3, p.1616-19.

CRISTÓFORO, A.B. **Segurança das condições de aplicação de agrotóxicos em cultura de soja e amendoim e eficiência de medidas de segurança individual e**

coletiva. 2003. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Área de Concentração em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; COURY, J.R.; FERREIRA, L.R. Avaliação de estratégias para a redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v.21, p.325-332, 2003.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; VIEIRA, R.F.; FERNANDES, H.C.; COURY, J.R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.39, n.10, p.977-985, 2004.

DAUM, D.R.; KEENER, J.D. Spray Drift Control. In: **Pennstate – Agricultural and Biological Engineering**. 1991. Disponível em:

<<http://www.age.psu.edu/dept/extension/index.html>>. Acesso em abril de 2005.

DEUBER, R. Métodos de manejo de plantas daninhas. In: DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP. 2003, 2ed. Cap. IV, p.106-148.

DURHAM, W.F.; WOLFE, H.R. Measurement of the exposure of workers to pesticides. **Bull. Wld. Hlth. Org.**, v.26, p.75-91, 1962.

FERREIRA, M.C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para o controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros**. Jaboticabal, 2003. 64 p. Tese (Doutor em Agronomia) - em Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

GADANHA JUNIOR, C.D. O desenvolvimento de produtos, equipamentos e componentes na aplicação de agrotóxicos, tendências e realidade: evolução dos equipamentos de aplicação. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO MEIO AMBIENTE. Jundiaí, **Anais**, 4f. 2000.

JENSEN, J.K. The assumptions used for exposure assessments. In: SIEWIERSKI, M. (ed.). **Determination and assessment of pesticide exposure**. New York: Elsevier, 1984. p. 147-152.

JOHNSON, M.P.; SWETNAM, L.D. **Sprayer nozzles: selection and calibration.**

Lexington: University of Kentucky, 1996. 6 p.

LAPUENTE, D.B.G. **Segurança das condições de aplicação de agrotóxicos na cultura de citros [*Citrus sinensis* (L) Osbeck] e eficiência de medidas de segurança.** Jaboticabal. 1996. 51 F. Trabalho de graduação - em Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

LORENZI, H. (coord.) **Manual de identificação e controle de plantas infestantes: plantio direto e convencional.** 5ed. Nova Odessa: São Paulo, 2000.

MACHADO NETO, J.G. **Quantificação e controle da exposição dérmica de aplicadores de agrotóxicos na cultura estaqueada de tomate, na região de Cravinhos, SP.** 1990. 112 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – em Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

MACHADO NETO, J.G. **Estimativas do tempo de trabalho seguro e da necessidade de controle da exposição dos aplicadores de agrotóxicos.** 1997. 83 f. Tese (Livre-Docência) - em Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

MACHADO NETO, J.G. Segurança no trabalho com agrotóxicos em cultura de eucalipto. **Funep**, Jaboticabal, 105 p. 2001.

MACHADO NETO, J.G., MATUO, T. MATUO, Y.K. Exposição dérmica de aplicadores de agrotóxicos na cultura estaqueada de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) – eficiência de equipamentos de proteção individual. **Rev. Bras. Saúde Ocup.** v. 21, n. 79, p. 29-38, 1993.

MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T. Safety of hand operated knapsack sprayers in the application of paraquat on corn (*Zea mays* L.) by small scale farmers. In: **International Scientific Conference on Occupational Hygiene**, 1, Bussels, Book of abstracts Workshop C, s.p., 1992.

MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T.; MATUO, Y.K. Dermal exposure of pesticide applicators in staked tomato (*Lycopersicon esculentum*) crops: efficiency of safety

measure in the application equipment. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 48, p. 529-534, 1992.

MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T. Avaliação de um amostrador para estudo da exposição dérmica de aplicadores de defensivos agrícolas. **Ciência Agrônômica**, Jaboticabal, v. 4, n. 2, p. 22, 1989.

MACHADO NETO, J.G.; OLIVEIRA, M.L. Segurança no trabalho com herbicidas aplicados com o pulverizador de barra em cultura de cana-de-açúcar. **IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS**, Anais... Brasília – DF, cd-rom, 4p, 2006.

MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal: **Funep**, 1990. 140 p.

MATUO, T.; PIO, L.C. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: **Curso de especialização por tutoria à distância – proteção de plantas: módulo 02: 2.2**, Brasília. 71 p. 1998.

MENSINK, H.; JANSSEN, P. **Glyfosate**. World Health Organization, Geneva, 1994. 161p. (Environmental Health Criteria), n. 1590.

MOMESSO, J.C.; MACHADO NETO, J.G. Efeito do período e do volume de aplicação na segurança dos tratoristas aplicando herbicida na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v. 21, n. 3, p.467-478, 2003.

OLIVEIRA, M.L. **Avaliação e incremento na segurança do trabalho de aplicação de agrotóxicos em cultura de batata e permeabilidade de dois tipos de tecido de algodão ao metamidophos**. 2004. 93 f. Tese (Doutorado) – em Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

OLIVEIRA, M.L. **Segurança no trabalho de aplicação de agrotóxicos com turboatomizador e pulverizador de pistolas em citros**. 2000. 99 f. Dissertação (Mestrado) - em Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

OLIVEIRA, M.L.; MACHADO NETO, J.G. Use of manganese as tracer in the determination of respiratory exposure and relative importance of exposure routes in

safety of pesticide applicators in citrus orchards. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, Florida, v. 70, n. 3, p. 415-421, 2003a.

OLIVEIRA, M.L.; MACHADO NETO, J.G. Segurança no trabalho de aplicação de agrotóxicos com o pulverizador de pistolas em citros. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v.28, n.105/106, p.83-90, 2003b.

PRADELA, V.A. **Segurança dos aplicadores de glifosate em jato dirigido em cultura de cana-de-açúcar com pulverizadores costais**. 1998. 36 f. Monografia (Trabalho de Engenharia de Segurança do Trabalho) - Centro Universitário Moura Lacerda, Campus de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 1998.

SEVERN, D.J. Use of exposure data for risk assessment. In: SIEWIERSKI, M. (Ed). **Determination and assessment of pesticide exposure**. New York, Elsevier, 1984. p.13-19. (Studies in Environment Science, 24).

SINDAG – Sindicato da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola. Vendas de defensivos agrícolas por cultura de destinação e classes, 2006.

SPRAYING SYSTEMS Co. **Produtos para pulverização na agricultura**. Wheaton: North Avenue at Schmale Road, 176P. 2006a.

SPRAYING SYSTEMS Co. Disponível em: <http://www.teejet.com>. Acesso em 12 jan 2006b.

TÁCIO, M.B. **Segurança das condições de trabalho das pulverizações de agrotóxicos em cultura de goiaba no sistema de poda contínua**. Jaboticabal, 2005, 49 f. Trabalho de graduação – em Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

TGA. Therapeutic Goods Administration. **ADI LIST: acceptable daily intakes for agricultural and veterinary chemicals**. Canberra, TGA, 2006. 34p.

TUNSTALL, J.P., MATTHEWS, G.A. Contamination hazards in using knapsak. **Emp. Cot. Grow. Ver.**, v. 17, n. 3, p. 193-196, 1965.

TURNBULL, G.L. Current trends and future needs. In: TURNBULL, G.L. (Ed.). **Occupational hazards of pesticide use**. London: Taylor & Francis, 1985. p. 99-116.

TURNBULL, G.L. SANDERSON, D.M.; CROME, S.J. Exposure to pesticide during application. In: TURNBULL, G.L. (ed.). **Occupation hazards of pesticide use**. London: Taylor & Francis, 1985. p. 35-49.

VAN HEMMEN, J.J. Agricultural pesticide exposure data bases for risk assessment. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 126, p. 1-85, 1992.

WHO – World Health Organization. **Survey of exposure to organophosphorus pesticides in agriculture – standard protocol**. Geneva: WHO, 1975. (Document VBC/75.9).

WHO – World Health Organization. **Field surveys of exposure to pesticide – standard protocol**. Geneva, WHO, 1982. (Document VBC/82.1).

WILKE, H.; BÄCKER, G.; FRIEBLEBEN, R. Comparison of spray operator exposure during orchard spraying with hand-held equipment fitted with standard and air injector nozzles. **Crop. Protection**, v. 18, p. 509-516, 1999.

WOLF, R.E. Equipment to reduce spray drift. **Kansas: Kansas State University**, 2000a. 4p. (Application Technology Series).

WOLF, R.E. Strategies to reduce spray drift. **Kansas: Kansas State University**, 2000b. 4p. (Application Technology).

WOLFE, H.R.; DURHAM, W.F.; ARMSTRONG, J.F. Exposure of workers to pesticides. **Arch Environ Hlth**, v.14, p.622-633, 1967.

WOLFE, H.R.; ARMSTRONG, J.F.; STAIFF, D.C.; COMER, S.W. Exposure of spraymen to pesticide. **Arch Environ Hlth**. v.25, p.29-31, 1972.

ZOCCHIO, A. **Prática da prevenção de acidentes: abc da segurança do trabalho**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1992. 186p.