

AMBIENTE TÉRMICO E ANÁLISE POSTURAL DURANTE A APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO NORTE DE MINAS GERAIS

Thermal environment and analysis postural during the application of crop protection in north of Minas Gerais

Cinara da Cunha Siqueira Carvalho¹

Ricardo Rodrigues Muniz²

Marlon Lopes Lacerda³

Abner José de Carvalho⁴

Célia Lúcia Siqueira⁵

Resumo: Objetivo: Caracterizar o ambiente térmico e analisar a postura adotada pelos trabalhadores durante a aplicação de defensivos agrícolas no Norte de Minas Gerais, utilizando o pulverizador costal manual e motorizado, pulverizador de tração humana e tratorizado de barras. **Metodologia:** O trabalho foi realizado na fazenda experimental da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, localizado no município de Janaúba – MG. Para caracterizar o ambiente térmico, utilizaram-se dois termômetros digitais programados para coletar a temperatura do ar e a umidade relativa a cada 15 minutos, para a realização do cálculo do Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (ITGU). Para avaliar a postura adotada pelos trabalhadores durante a pulverização, inicialmente foram feitos registros fotográficos, que fornecem informações referentes à posição do tronco, braços, pernas, associado ao uso de força necessária para desempenhar a função e posteriormente, foram analisados por meio do programa computacional Windows. **Resultados:** O ambiente térmico, nas condições de realização do estudo, pode ser prejudicial a saúde dos trabalhadores, uma vez que os valores de temperatura e umidade relativa do ar encontrados foram superiores aos preconizados pelas Normas do Ministério do Trabalho e Emprego. A postura adotada pelo trabalhador para realizar a acoplagem do eixo cardã e dos braços do hidráulico são as que mais oferecem riscos de lesão. **Conclusão:** A aplicação e movimentação com o pulverizador costal motorizado, aplicação com o pulverizador de tração humana, colocação e aplicação do pulverizador costal manual, são as atividades que merecem verificação da postura a curto prazo.

Palavras-chave: Conforto térmico. Ergonomia. Pulverizador.

1 Pós-Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Professora da Unimontes.

2 Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual de Montes Claros.

3 Graduando em Agronomia pela Universidade Estadual de Montes Claros.

4 Pós-Doutor em Fitotecnia / Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. Professor da Unimontes.

5 Mestre em Produção Vegetal no Semi-Árido pela Universidade Estadual de Montes Claros

Abstract: Objective: The aim of this study was to characterize the thermal environment and analyze the posture adopted by the workers during the application of agrochemicals in region North of Minas Gerais, using manual and motorized knapsack sprayer, spray drift and human trailed bar. The study was conducted at the experimental farm of the University of Montes Claros - UNIMONTES, located in the municipality of Janaúba city - MG. **Methodology:** To characterize the thermal environment, used two digital thermometers programmed to collect air temperature and relative humidity every 15 minutes to perform the calculation of the Index and Wet Bulb Globe Temperature (BGT). To evaluate the posture adopted by the workers during spraying, were initially made photographic records, which provide information about the position of the trunk, arms, legs, associated with the use of force required to perform the function, and then were analyzed using the computer program Win-OWAS. **Results:** It was found that the thermal environment under the conditions of the study, can be harmful to workers' health, since the values of temperature and relative humidity were found higher than those recommended by the standards of the Ministry of Labour and Employment. The stance taken by the worker to perform the docking of the drive shaft and the hydraulic arms are those that offer more risk of injury. **Conclusion:** The application and move the motorized knapsack sprayer, spray application hauling, placement and application with knapsack sprayer manual, are the activities that are worth checking posture in the short term.

Key words: Ergonomics. Spray. Thermal confort

INTRODUÇÃO

A aplicação de defensivos agrícolas demanda cuidados relativos aos horários em que as culturas estão propícias a receber os produtos, priorizando temperatura entre 27 e 30°C e umidade relativa de, no máximo, 55%. Contudo, nem sempre é possível atender a essas recomendações, principalmente, em regiões onde a temperatura média anual está em torno de 27°C, condição verificada normalmente na região Norte de Minas Gerais, inclusive nas primeiras horas do dia.

O manejo fitossanitário em condições ambientais adversas pode ser prejudicial tanto para a planta como também para o trabalhador. Contudo, quando se observa a condição do trabalhador é possível perceber que no ambiente termicamente desconfortável, o grau de concentração diminui e a frequência de erros e acidentes tendem a aumentar¹.

Ademais, é necessário atentar inclusive para os riscos ergonômicos, existentes devido ao carregamento e manuseio dos pulverizadores. A atividade feita de forma incorreta pode resultar em lesões que, a longo do tempo, podem comprometer a salubridade do trabalhador². Além disso, a realização de atividades em condições de estresse térmico por calor torna a tarefa ainda mais cansativa e insalubre³.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho caracterizar o ambiente térmico e a análise postural adotada pelos trabalhadores durante a aplicação de defensivos agrícolas no Norte de Minas Gerais, utilizando o pulverizador costal manual e motorizado, pulverizador de tração humana e tratorizado de barras.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na fazenda experimental da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), no município de Janaúba – MG. O município está localizado na região Norte de Minas Gerais, e, de acordo com a classificação climática de Koppen-Geiger, possui temperatura média anual de 27°C e clima tropical com estação seca (Aw).

Para caracterizar o ambiente térmico, utilizou-se um termômetro digital de IBUTG da marca Extech, modelo RTH10, instalado na área onde foi realizada a simulação de aplicação dos defensivos. Os equipamentos foram instalados em um tripé para caracterizar a altura dos trabalhadores (média de 1,70m).

Os sensores foram programados para coletar a temperatura do bulbo seco e a temperatura do globo negro a cada 15 minutos. Com a temperatura do bulbo seco e a umidade relativa, coletados pelos dataloggers, encontrou-se a temperatura do bulbo úmido por meio do gráfico psicrométrico. Os dados foram descarregados no computador e, em seguida, calculou-se o IBUTG a partir da seguinte fórmula, utilizada para o ambiente externo com carga solar:

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

em que,

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tg = temperatura de globo

tbs = temperatura de bulbo seco

Por meio da tabela 1, em virtude da forma com a atividade é realizada, caracterizou-se a atividade em repouso, trabalho leve, moderado ou pesado. Diante dessa classificação, a partir da tabela

2, foi possível correlacionar o tipo de atividade com o IBUTG, obtido a fim de se determinar a adoção ou não de pausas programadas devido a sobrecarga térmica no local.

Tabela 1 – Taxas de metabolismo por tipo de atividade

TIPO DE ATIVIDADE	kcal/h
Sentado em repouso	100
Trabalho Leve	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex: datilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex: dirigir)	150
De pé, trabalho leve, em máquinas ou bancada, principalmente com braços	150
Trabalho Moderado	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar	300
Trabalho pesado	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos	440
Trabalho fatigante	550

FONTE: NR 15 (2004)

Tabela 2 – Limites de tolerância, para trabalhos intermitentes com período de descanso no próprio local de trabalho em IBUTG (°C)

Regime de Trabalho Intermitente com Descanso no Próprio Local de Trabalho (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	Até 30,0	Até 26,7	Até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 32,2	Acima de 31,1	Acima de 30,0

FONTE: NR 15 (2004).

A condição de conforto térmico em um ambiente de trabalho é caracterizada também por meio das recomendações impostas pela Norma Regulamentadora 17 do MTE, em que para seres humanos, a faixa de conforto está compreendida entre as temperaturas 20 e 23°C e umidade relativa do ar não inferior a 40%⁴.

Para avaliar a postura adotada pelos trabalhadores durante a simulação, inicialmente foram feitos registros fotográficos. Em seguida, as informações referentes à posição do tronco, braços, pernas, associado ao peso dos pulverizadores ou uso de força necessária para desempenhar a função, foram analisados pelo programa Win-owas e as posturas foram então classificadas em quatro diferentes categorias:

- 1°: postura normal que dispensa cuidados;
- 2°: postura deverá ser verificada durante a próxima rotina de trabalho;
- 3°: postura que deve merecer atenção a curto prazo;
- 4°: postura que deve merecer atenção imediata.

RESULTADOS

Para este trabalho de simulação, as atividades realizadas com o pulverizador costal, motorizado e de tração manual foram classificadas como moderadas. Todas essas atividades foram realizadas com o indivíduo em pé e com alguma movimentação. Essa classificação ocorreu dessa forma, pois se tratava de simulação em pequenas áreas de 15x8, totalizando, 0,012 ha, o que acabou por demandar curtos períodos de tempo para que essas atividades pudessem ser executadas. No entanto, se este trabalho de simulação ou aplicação de defensivos, propriamente dita, tivesse ocorrido em áreas maiores e com isso fosse exigido um tempo maior de aplicação, as atividades passariam a ser classificadas como pesadas (atividade intermitente).

Diante dos dados demonstrados na tabela 3, verifica-se que os valores médios de IBUTG encontrados a campo estiveram abaixo do limite máximo estabelecido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). O que exige a adoção de pausas

Tabela 3. Valores médios de IBUTG verificados em campo e confrontados com os valores estabelecidos pela NR 15.

Pulverizador	Classificação da atividade de acordo com Tabela 1	IBUTG verificado em campo	IBUTG de acordo com Tabela 2	Tbs (°C)	UR (%)
Costal manual	Moderado	26,2	26,7	37,7	22
Tração humana (bicicleta)	Moderado	26,2	26,7	37,7	22
Costal motorizado	Moderado	27,9	28,0	39,3	26
Tratorizado de barra	Leve	27,6	30,0	37,9	27

programadas, a partir de cálculos, para determinar os períodos de pausa. Dessa forma, as pausas são adotadas, de acordo com a necessidade do trabalhador.

Na Figura 1, estão apresentados os registros fotográficos das posturas adotadas pelos trabalhadores e classificadas como categoria 1.



Figura 1 – Posturas classificadas como categoria 1.

As posturas classificadas como categoria 1 e que dispensam maiores cuidados, foram observadas durante a operação do pulverizador tratorizado de barra, preenchimento do reservatório do pulverizador tratorizado de barras, abertura das barras do pulverizador tratorizado e acoplamento do terceiro ponto do pulverizador de barras no

programadas, a partir de cálculos, para determinar os períodos de pausa. Dessa forma, as pausas são adotadas, de acordo com a necessidade do trabalhador.

Na Figura 1, estão apresentados os registros fotográficos das posturas adotadas pelos trabalhadores e classificadas como categoria 1.



Figura 2 – Posturas classificadas como categoria 2.



Figura3 – Posturas classificadas como categoria 3.

As posturas classificadas como categoria 1 e que dispensam maiores cuidados, foram observadas durante a operação do pulverizador tratorizado de barra, preenchimento do reservatório

do pulverizador tratorizado de barras, abertura das barras do pulverizador tratorizado e acoplamento do terceiro ponto do pulverizador de barras no trator. Essas atividades obtiveram essa classificação



Figura 4 – Posturas classificadas como categoria 4.

devido à postura adotada pelo funcionário, como a leve torção ou inclinação da coluna, durante o manuseio de equipamentos que possuíam menos de 10 Kg de carga, e também, com a coluna ereta.

As posturas classificadas como categoria 2 e que demandam cuidados a longo prazo estão ilustradas na figura 2.

As posturas, classificadas como 2, foram verificadas durante o ato de erguer e colocar o pulverizador costal manual, pois essas posturas foram executadas a partir da torção e levantamento do pulverizador com peso superior a 10 Kg.

As posturas classificadas como categoria 3 e que merecem atenção a curto prazo, foram identificadas durante a pulverização com o costal manual e o ato de empurrar o pulverizador de tração humana (Figura 3).

As posturas classificadas como categoria 4 e que requerem ações corretivas imediatas, foram identificadas durante a pulverização com pulverizador costal motorizado, acoplamento do cardã do pulverizador tratorizado, na tomada de força do trator, acoplamento dos braços do

hidráulico, junto ao pulverizador de barras tratorizado (Figura 4).

DISCUSSÃO

O IBUTG verificado, durante o uso do pulverizador tratorizado de barra, foi de 27,6 para um período de 6 minutos de simulação. Como a atividade foi classificada como leve, o valor máximo de IBUTG recomendado pela NR 15 é de 30. Desta forma, a atividade pode ser realizada de forma contínua. No entanto, devido à temperatura verificada no campo de 37,9°C e umidade relativa do ar de 27%, que contradiz com os valores referentes à faixa de conforto térmico preconizado pela NR 17, recomenda-se a adoção de pausas, de acordo com a necessidade do trabalhador.

No que diz respeito a condição de conforto ou desconforto térmico, utiliza-se os valores estabelecidos pela NR 17⁴, em que para seres humanos a faixa de conforto está compreendida entre as temperaturas 20 e 23°C e com umidade relativa do ar não inferior a 40%. Durante a realização deste trabalho, verificou-se que a temperatura média, evidenciada por meio da temperatura de bulbo seco, esteve em torno de 37,7 e 39,3°C, e umidade relativa entre 22 e 27%. As horas mais quentes do dia aliadas à baixa UR, podem interferir na condição de saúde do trabalhador e, conseqüentemente, na eficiência da pulverização⁵.

Durante a simulação com o pulverizador costal manual, foi utilizado um pulverizador com capacidade para 20 litros de calda e o pulverizador costal motorizado preenchido possuía em torno de 20 kg. No início da pulverização, os trabalhadores não expressaram os efeitos da temperatura e do peso

dos pulverizadores, no entanto, após 10 minutos de movimentação, os trabalhadores demonstravam nitidamente o cansaço e o desconforto que estavam sentindo.

Neste sentido, indivíduos que trabalham em ambientes muito quentes enfrentam desafios fisiológicos que podem comprometer o desenvolvimento de suas atividades, além de acarretar na incidência de doenças térmicas, exaustão, sonolência, que acabam por reduzir a prontidão de resposta e, conseqüentemente, aumentam a tendência a falhas^{6,7}.

Independente do sistema de pulverização estudado, não é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle, essa é a recomendação feita pela NR 15⁴. Desta forma, recomenda-se o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual, adoção de pausas sempre que o trabalhador sentir necessidade e consumo constante de água.

Os EPI's, além de protegerem dos efeitos da radiação solar, têm a função principal de evitar a contaminação dérmica, oral ou por inalação do trabalhador. Contudo, a vestimenta deve possuir C.A., estar dentro do prazo de validade e ser adequado ao corpo da pessoa³.

Com relação às posturas classificadas como 2, verifica-se que a forma como o funcionário se posiciona para levantar o implemento é fundamental para evitar problemas de lesão na coluna e nos ombros. Dobrar os joelhos com a coluna ereta favorece a distribuição de peso ao longo dos braços, reduzindo a carga que é depositada na base da coluna (disco L5/S1).

O levantamento do pulverizador exige o esforço de somente um braço e parte lateral da estrutura osteomuscular da coluna. Nesse caso, a

colocação do pulverizador deveria ser auxiliada por outra pessoa, para que a distribuição do peso na coluna seja mais homogênea.

Na Figura 3, observam-se os registros de atividades que foram executadas em movimento. O fato de o trabalhador carregar o pulverizador, com peso superior a 10 Kg, e estar em movimento, faz com o mesmo modifique a sua postura após alguns minutos do início da pulverização. Associada, ainda, à condição climática verificada no dia da realização deste trabalho, que foi de 37,9°C e umidade relativa do ar de 27%, a sensação de cansaço e redução no ritmo de trabalho foi relatada pelo trabalhador, diversas vezes.

Freitas⁸, avaliando a condição ergonômica de trabalhadores durante a pulverização da cultura do café com o pulverizador costal, verificou que 45% dos trabalhadores avaliados relatavam de dores no pescoço, enquanto que 81% dos funcionários sentiam no braço direito dor e desconforto. Os relatos verificados foram os seguintes: “A alça do pulverizador machuca as costas e o fundo do tanque bate nas costas e machuca”. “A alça da bomba machuca e quando esquenta ela machuca mais ainda”. “O trabalho cansa muito”.

Para Souza *et al.*⁹, os trabalhadores quando utilizam pulverizador costal estão sujeitos a fadiga e a desenvolver problemas osteomusculares. Os autores recomendam a adoção de treinamento postura, ginástica laborativa e adoção de pausas programadas, para amenizar os riscos envolvidos devido ao peso dos pulverizadores.

As atividades que exigem do trabalhador posturas inadequadas, manuseio incorreto e o levantamento de cargas excessivas podem provocar a degeneração dos discos articulares. A coluna lombar normalmente é a que sofre mais carga em função da sustentação do tronco, apresentando

maior incidência de dor¹⁰.

Uma forma de amenizar os problemas gerados devido à realização das atividades com a postura inadequada é a partir da elaboração de um programa de treinamento de qual a postura correta que deve ser adotada durante o ato de erguer, levar e puxar determinados objetos.

Para a realização das atividades ilustradas na Figura 4, o funcionário ao mesmo tempo em que carregava o pulverizador que pesava mais de 20 Kg, precisava movimentar pernas e braços, o que fazia com que ele sentisse o cansaço, de forma mais rápida, quando comparado aos movimentos da figura 3. Esse fato pode repercutir, ainda, na eficiência da pulverização. Além disso, verifica-se na figura 4 a necessidade de modificação da postura durante o ato de torcer e inclinar a coluna, com as pernas eretas, para que o funcionário realize a acoplagem da tomada de potência (TDP) e o engate nos três pontos do sistema hidráulico. Apesar de ser uma postura adotada constantemente pelas pessoas, pesquisadores da área de ergonomia recomendam que a pessoa dobre os joelhos e se agache a fim de evitar problemas na coluna.

CONCLUSÃO

O ambiente térmico, verificado durante a aplicação de defensivos agrícolas nas condições de realização do estudo, pode ser prejudicial à saúde dos trabalhadores, uma vez que os valores de temperatura do ar e umidade encontrados são superiores aos preconizados pela NR 17 do MTE. Portanto, para a realização de atividades desta natureza são recomendados cuidados como adoção de pausas para descanso, hidratação e uso de EPI's.

As atividades que mais oferecem riscos de lesão e classificadas como inadequadas, durante a aplicação de defensivos agrícolas, são: a acoplagem do eixo cardã e a acoplagem do braço do hidráulico. As posturas que merecem atenção, a curto prazo, são: aplicação e movimento com o pulverizador costal motorizado, aplicação com pulverizador de tração humana, colocação do pulverizador costal manual e aplicação com o pulverizador costal manual.

REFERÊNCIAS

1. IIDA, I. *Ergonomia: projeto e produção*. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
2. ILVA, E.P.; COTTA, R.M.M.; SOUZA, A.P. de; MINETTE, L.J.; VIEIRA, H.A.N.F. Diagnóstico das condições de saúde de trabalhadores envolvidos na atividade em extração manual de madeira. *Revista Árvore*, v. 34, p. 561-566, 2010.
3. CARVALHO, C.C.S.; SOUZA, C.F., TINÔCO, I.F.F. VIEIRA, M.F.A.; MINETTE, L.J. Segurança, saúde e ergonomia de trabalhadores em galpões de frangos de corte equipados com diferentes sistemas de abastecimento de ração. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.31, n.3, p.438-447, maio/jun. 2011
4. BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria 3214, de 8 de junho de 1978. *Lei n. 6.514*, de 22 de dezembro de 1977. São Paulo: Atlas, 2004.
5. GARCIA, E. G. *Aspectos de prevenção e controle e acidentes de trabalho com agrotóxico*. São Paulo: Fundacentro, 2005.
6. GRANDJEAN, E. *Manual de ergonomia – adaptando o trabalho ao homem*. Tradução João Pedro Stein. Porto Alegre: Artes Médicas, Ed. 4º, 1998. 338p.
7. GAMBRELL, R. C.. Doenças térmicas e exercício. In: Lillegard, W. A.; Butcher, J. D.; Rucker, K. S. *Manual de medicina desportiva: uma abordagem orientada aos sistemas*. São Paulo: Manole, 2002. p. 457-464.
8. FREITAS, C. S. *Análise ergonômica da atividade com pulverizador costal manual na cultura do café no município de Caratinga*. 2006. 58f. Dissertação (Mestrado em meio ambiente e sustentabilidade) – Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, 2006.
9. SOUZA, A. P.; VIANNA, H. A.; MINETTE, L. J.; MACHADO, C. C. Avaliação das condições de segurança no trabalho nos setores florestais de uma instituição federal de ensino superior. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.6, p.1139-1145, 2010.
10. RIO, R. P.; PIRES, L. *Ergonomia: Fundamentos da prática ergonômica*, 3ª Ed; Editora LTr, 2001.