

## **PULVERIZADORES COSTAIS: ESFORÇO PARA ACIONAMENTO DA ALAVANCA DE BOMBEAMENTO**

**DOUGLAS SILVA DA ROSA<sup>1</sup>; EDSON LAMBRECHT<sup>2</sup>; ROBERTO LILLES TAVARES MACHADO<sup>3</sup>; ANTÔNIO LILLES TAVARES MACHADO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>UFPEl - Universidade Federal de Pelotas – [douglas0019@yahoo.com.br](mailto:douglas0019@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>UFPEl - Universidade Federal de Pelotas – [edsonlambrecht@gmail.com](mailto:edsonlambrecht@gmail.com)

<sup>3</sup>UFPEl - Universidade Federal de Pelotas – [rlilles1@yahoo.com.br](mailto:rlilles1@yahoo.com.br);

<sup>4</sup>UFPEl - Universidade Federal de Pelotas – [antoniolilles@gmail.com](mailto:antoniolilles@gmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

As aplicações de agrotóxicos são feitas por meio de pulverização, ou seja, pela geração e emissão de partículas líquidas, controlando pragas e auxiliando no aumento da produtividade das lavouras, e estes fazem parte direta da produção agrícola mundial (THEBALDI et al., 2009).

Segundo OSIPE et al. (2010), para que o uso de agrotóxicos ocorra de maneira segura, é preciso utilizá-los obedecendo às recomendações, preservando o solo, a água, a saúde humana e animal e combatendo as doenças, pragas e plantas daninhas que prejudicam a produção agrícola sem prejudicar a qualidade do alimento produzido.

Diversos equipamentos são utilizados na aplicação de agrotóxicos em propriedades familiares, ganhando destaque o pulverizador costal manual devido ao baixo custo de aquisição do equipamento e a variabilidade de uso em diferentes condições operacionais (LOPES et al., 2011).

GANDINI (2010) informa que os trabalhadores responsáveis pela aplicação de herbicidas com pulverizador costal apresentaram condições ergonômicas ruins, devido ao grande esforço exigido na coluna e costas para o transporte do equipamento, aos movimentos repetitivos feito com os braços para o bombeamento do herbicida e, também, devido às posições forçadas dos membros acima do tronco.

CARVALHO et al. (2013) relata que o fato do trabalhador carregar o pulverizador, com peso superior a 10Kgf, e estar em movimento, fazem com que o mesmo modifique a sua postura após alguns minutos do início da pulverização.

Segundo MONTEIRO (2001), o tipo de tarefa a que o trabalhador está submetido quando trabalha com pulverizador costal lhe impõe cargas fisiológicas que causariam dores articulares e musculares, características da atividade de utilização de uma bomba costal convencional com um peso aproximado de 20 a 25Kgf, o que aumenta os esforços físicos na região da coluna e membros superiores e inferiores.

De acordo com FREITAS (2006) o trabalho com pulverizador costal exige do trabalhador uma movimentação constante do membro superior esquerdo, quando este aciona a alavanca de pressão do tanque, movimentação do membro direito direcionando o bico por meio da lança do pulverizador e uma constante caminhada com o pulverizador sendo carregado em suas costas.

Estas exigências fazem com que se questionem dois aspectos importantes: o esforço necessário por parte de um operador de pulverizador costal, particularmente no esforço repetitivo do braço esquerdo, que aciona a alavanca de pressão para a execução do trabalho; e a influência na saúde do operador devido ao problema ergonômico gerado durante este trabalho.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o esforço ao qual é submetido o operador no acionamento da alavanca de bombeamento de pulverizadores costais. Com vista a colaborar nos estudos realizados sobre os problemas ergonômicos que este tipo de esforço pode causar aos agricultores familiares.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado nas dependências do Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas (NIMEq) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Para a realização dos testes considerando os métodos de ensaio e desempenho mínimos prescritos pela norma ABNT NBR 19932-1-2010, foram utilizados um total de 3 modelos nacionais de pulverizadores disponíveis no laboratório do NIMEq e para a avaliação dos equipamentos estes foram rotulados aleatoriamente com as letras A, B e C.

Os equipamentos foram individualmente adaptados a uma bancada de ensaio (Figura 1a), o acionamento foi feito por um motor elétrico, o qual possibilita a sua rotação controlada digitalmente através de um inversor de frequência (Figura 1b). Seguindo as prescrições da norma, manteve-se a pressão estabilizada de 300KPa controlada por um manômetro marca COMAM, com escala de 0 a 300psi ou 0 a 21Kgf.cm<sup>2</sup> (Figura 1c). O bico utilizado para todos os ensaios foi o bico cerâmico Jato Leque Anti - Deriva MAGNO 11001-AD (Figura 1d).

Para medir o esforço aplicado na alavanca de cada pulverizador foi utilizado um sistema de duas alavancas em paralelo (Figura 1e), onde na interface das mesmas foi instalada uma Balança Digital Gancho WeiHeng, modelo 128, escala de 10 gramas a 40kg (Figura 1f), as quais forneceram os valores das forças aplicadas nas diferentes posições da alavanca.

Os pulverizadores foram fixados ao dispositivo confeccionado por MASSOCO (2016), com um sistema de acoplamento da alavanca acionada através de um sistema biela manivela do tipo Scotch Yoke Mechanism®, que transforma movimento circular uniforme em movimento linear alternado, proporcionados pelo mecanismo de roletes móveis em “V” (Figura 1g).

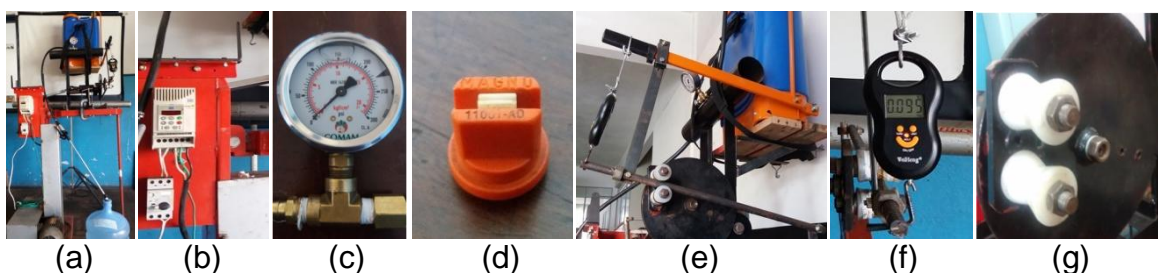


Figura 1. Visão geral da bancada (a), inversor de frequência (b), manômetro (c), bico pulverizador (d), sistema de alavancas para transferir os esforços aplicados (e) e balança digital para medir os esforços (f) e roletes móveis de acionamento.

A alavanca inferior adaptada foi acionada pelo mecanismo de biela manivela, na interface das alavancas foi adaptada uma célula de carga que fez as medições dos esforços enquanto tracionava a alavanca superior do pulverizador, simulando o movimento de acionamento do operador.

Foi feito uma análise descritiva, com dois fatores experimentais: modelos de pulverizadores, com três níveis (pulverizador A, B e C) e tipos de fluidos utilizados, com 02 níveis (pulverizador com água e com Biofertilizante). Foi

analisado os esforços médios e a quantidade de acionamentos (ciclos) para atingir a pressão de 300kPa. Quando atingida a pressão de 300kPa mediu-se os esforços por um período de 30 segundos com o gatilho acionado. As variáveis respostas foram esforço máximo (kgf) e tempo (s) do esforço máximo em cada ciclo (deslocamento da alavanca da parte superior para a inferior).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos esforços necessários para atingir a pressão de 300kPa os resultados demonstram que o pulverizador A exigiu menor esforço máximo, assim como menor quantidade de acionamentos da alavanca. Os pulverizadores A e B com Biofertilizantes se mostraram com dados mais homogêneos, entretanto o A possui um menor desvio padrão (Tabela 2).

Tabela 1 – Resultados dos esforços e quantidades de ciclos necessários para atingir a pressão de 300kPa

Pulverizador	A		B		C	
Tipo de fluido	Água	Biofertilizante	Água	Biofertilizante	Água	Biofertilizante
Média (kgf)	3,85	1,74	3,88	7,56	2,02	2,45
Nº de Ciclos	8	5	14	14	14	11
Máximo (kgf)	4,80	1,90	6,90	8,11	5,43	5,36
$\sigma$ (kgf)	0,909	0,198	0,984	0,293	1,659	1,523
cv (%)	0,24	0,11	0,25	0,04	0,82	0,62

Na análise após o acionamento do gatilho (pressão à 300kPa), o pulverizador A demonstrou, para os dois fluidos, maior regularidade e menores esforços de acionamento. O pulverizador B e C necessitaram de esforços crescentes a cada acionamento, porém, os mesmos atingiram pressões de até 600kPa. Isso demonstra que esses dois pulverizadores necessitam de uma menor frequência de acionamentos para manter a pressão de 300kPa (Figura 1).

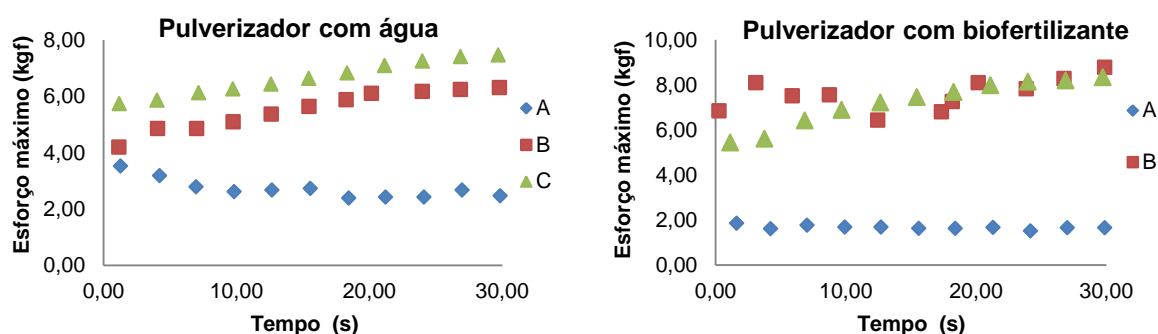


Figura 2. Gráficos de dispersão dos esforços na alavanca dos pulverizadores ensaiados com água e com Biofertilizante.

### 4. CONCLUSÕES

Para se manter a pressão de trabalho de 300kPa, utilizando biofertilizantes, o pulverizador A exigiu um esforço de 1,90kgf do operador, sendo o mais regular e de menor intensidade nos esforços de acionamento. O pulverizador B obteve menor regularidade de pressão e exigiu um esforço de 8,11kgf no acionamento da alavanca. Já o pulverizador C, apesar de exigir 5,36kgf de esforços de

acionamentos da alavanca, necessita de menor frequência de acionamento, compensando os maiores esforços.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1994). **Projeto de norma NBR ISO 19932-1:2010-12-07** – Equipamento para proteção de culturas – Pulverizadores Costais. Parte 1 - Requisitos e métodos de ensaio. ABNT, São. Paulo.
- CARVALHO, C. D. C. S.; MUNIZ, R. R.; LACERDA, M. L.; DE CARVALHO, A. J.; SIQUEIRA, C. L.. Ambiente térmico e análise postural durante a aplicação de defensivos agrícolas no Norte de Minas Gerais. **Unimontes Científica**, v. 15, n. 2, p. 32-41, 2013.
- CENTENO, R. C.; BERNARDY, R.; MASSOCO, D. B.; REIS, ÂNGELO V. dos. **Análise do Pré-condicionamento de Pulverizadores Costais operados por Alavanca em Bancada de Ensaio**. In: XXIII Congresso de Iniciação Científica, 2014, Pelotas. CIC 2014. Pelotas: PRPPG-UFPEL, 2014. v. 1. p. 1-4.
- 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.
- LOPES, E. S.; OLIVEIRA, F. M.; RODRIGUES, C. K. Determinação da carga física de trabalho na atividade manual de herbicida. **Ambiência**, v.7, n.2, p.329-337, 2011.
- GANDINI, E. M. M.; GANDINI, A. M. M; LEITE, A. M. P. **Avaliação Ergonômica e do risco de Lombalgia na utilização de pulverizador costal manual em plantios de eucalipto no município de Curvelo –MG** - Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas Centro de Convenções - Ribeirão Preto – SP - 19 a 23 de julho de 2010.
- MASSOCO
- MONTEIRO, R. A. **Processo de trabalho da atividade d aplicação manual de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar: riscos ergonômicos e eco toxicológicos**. João Pessoa: PRODEMA/CCEN/UFPB, 2001. 141p.
- OSIPE, R.; GANDOLFO, M. A.; LAQUILA, V.; FIORINI, M.; CARVALHO, F. K.; GUERGOLET, W.; BALDINI, V.; ALVES, K. A.; BONOTTO, K. R.; BISINOTI, M.; SANTOS, J. M. F. **Aspectos críticos na aplicação de defensivos agrícolas**. 2007. Disponível em <http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XIII%20RIFIB/santos.pdf>, acesso em 06/04/2016.
- REIS, Â. V. dos; FORCELLINI, F. A.; STOETERAU, RODRIGO LIMA. Desenvolvimento de uma bancada para ensaio de dosadores de sementes. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2005, Canoas. **Anais**. Jaboticabal: SBEA, 2005. p. 1-4.
- 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.
- THEBALDI, M. S.; REIS, E. F.; GRATÃO, P. T. S.; SANTANA, M. S. Efeito da adição de adjuvante na redução de deriva em pontas de pulverização tipo cone vazio. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, Vol. 18, No. 2, 2009.