

**Variabilidade Espacial do Nível de Ruído em um Conjunto Trator-Pulverizador
sob Diferentes Rotações no Cafeeiro**

**Spatial Variability of Noise Level in a Sprayer Tractor Set at Different Rotations
in the Coffee Plant**

DOI:10.34117/bjdv6n11-143

Recebimento dos originais:03/10/2020

Aceitação para publicação:09/11/2020

Guilherme Stevens Avelino Oliveira

Graduado em Tecnologia da Cafeicultura, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho - MG

Endereço: Estrada de Muzambinho, km 35 - Bairro Morro Preto - Cx. Postal 02 - CEP: 37890-000 -
E-mail: avelino.gui23@gmail.com

Geraldo Gomes de Oliveira Júnior

Doutor, Professor do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho - MG

Endereço: Estrada de Muzambinho, km 35 - Bairro Morro Preto - Cx. Postal 02 - CEP: 37890-000 -
E-mail: geraldo.junior@muz.ifsuldeminas.edu.br

Raphael Nogueira Rezende

Doutor, Professor do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho - MG

Endereço: Estrada de Muzambinho, km 35 - Bairro Morro Preto - Cx. Postal 02 - CEP: 37890-000 -
E-mail: raphael.rezende@muz.ifsuldeminas.edu.br

Luana Elis de Ramos e Paula

Doutora, Professora da Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Endereço: Campus UFLA, Prédio da ABI, Lavras/MG, Caixa Postal 3037, CEP 37200-900
E-mail: luana.paula@ufla.br

José Antônio Ramos

Mestre, Técnico Administrado do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho - MG

Endereço: Estrada de Muzambinho, km 35 - Bairro Morro Preto - Cx. Postal 02 - CEP: 37890-000 -
E-mail: jaramos@gmail.com

Lucas Deleon Ramirio

Mestre, Técnico Administrado do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho - MG

Endereço: Estrada de Muzambinho, km 35 - Bairro Morro Preto - Cx. Postal 02 - CEP: 37890-000 -
E-mail: lucas.ramirio@ifsuldeminas.edu.br

Adriano Bortolotti da Silva

Doutor, Professor da Universidade José do Rosário Velano (UNIFENAS), campus Alfenas – MG;
Endereço: Rodovia MG 179, Km 0 - CEP 37132-440 - E-mail: adriano.silva@unifenas.br

Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

Doutora, Professora do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais
(IFSULDEMINAS) - Campus Muzambinho - MG
Endereço: Estrada de Muzambinho, km 35 - Bairro Morro Preto - Cx. Postal 02 - CEP: 37890-000 -
E-mail: patricia.coutinho@muz.ifsuldeminas.edu.br

RESUMO

O conjunto tratorizado, composto por Trator e Pulverizador utilizado nas aplicações de agrotóxicos mecanizadas, pode apresentar níveis de ruído distintos em função da rotação de trabalho empregada. Neste contexto, objetivou-se, no presente estudo, avaliar a variabilidade dos níveis de ruído produzidos por um conjunto trator pulverizador em condição estática sobre diferentes rotações do motor e seu comportamento em função do afastamento do posto do operador. O estudo foi realizado em uma propriedade rural, localizada no município de Cabo Verde, no sul de Minas Gerais. Foi utilizado como fonte de ruído um trator MF 4275 e pulverizador do tipo canhão KUHN AF Super 600 em condição estática em 2 (duas) diferentes rotações do motor (1400 e 1600 rpm). A malha amostral foi definida em 2 (dois) metros nas quatro direções (Frente, Lateral direita, Lateral Esquerda, Traseira) em relação ao posto de trabalho do operador (P0 - Ouvido Direito OD e Ouvido Esquerdo OE). A quantificação do nível de ruído foi realizada utilizando-se medidor de pressão sonora, decibelímetro digital modelo HDB-900, da marca Hikari, em resposta “slow” e compensação “A”. O trabalho foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (2 x 6), sendo combinadas duas rotações distintas (1400 e 1600 rpm) com seis posições de avaliação. Os resultados demonstraram que não houve interação significativa entre os fatores de estudo, rotação e posição. Os resultados também demonstraram diferenças significativas para os níveis de ruído encontrados na rotação de 1400 e 1600 rpm ($p \leq 0,05$). Na rotação de 1600 rpm, foram quantificados os maiores níveis em todas as direções e posições. O conjunto trator/pulverizador apresentou níveis de ruído acima do nível de ação de 80 dB (A) em todas as posições. Já o limite de exposição 85 dB (A) foi superado nas posições ponto 0 (Banco do Operador OD e OE), posição da frente e traseira do conjunto tratorizado. Portanto, para a realização da atividade torna-se necessária a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) do tipo protetor auricular com atenuação adequada ao nível médio de exposição.

Palavras-chaves: Aplicação de Agrotóxicos, Mecanização, Proteção ao Ruído.

ABSTRACT

The tractorized set, composed by Tractor and Sprayer used in mechanized pesticide applications, may present different noise levels depending on the work rotation employed. In this context, the objective of the present study was to evaluate the variability of noise levels produced by a tractor and sprayer set in static condition over different engine revolutions and its behavior as a function of the distance from the operator's station. The study was carried out on a rural property, located in the municipality of Cape Verde, in southern Minas Gerais. A MF 4275 tractor and KUHN AF Super 600 gun-type sprayer in static condition at 2 (two) different engine revolutions (1400 and 1600 rpm) were used as noise source. The sample mesh was defined in 2 (two) meters in the four directions (Front, Right Side, Left Side, Rear) in relation to the operator's work station (P0 - Right Ear OD and Left Ear OE). The quantification

of the noise level was carried out using a Hikari model HDB-900 digital decibelimeter, in "slow" response and "A" compensation. The work was conducted in an entirely randomized design (DIC) in factorial scheme (2 x 6), combining two distinct rotations (1400 and 1600 rpm) with six evaluation positions. The results showed that there was no significant interaction between the study factors, rotation and position. The results also showed significant differences for the noise levels found in the rotation of 1400 and 1600 rpm ($p \leq 0,05$). In the 1600 rpm rotation, the highest levels in all directions and positions were quantified. The tractor/sprayer set showed noise levels above the 80 dB (A) action level in all positions. The exposure limit of 85 dB (A) was exceeded in the positions point 0 (OD and OE Operator's seat), front and rear position of the tractor set. Therefore, in order to carry out the activity it is necessary to use personal protective equipment (PPE) of the ear protector type with adequate attenuation to the average exposure level.

Keywords: Application of Agrochemicals, Mechanization, Noise Protection.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de café, com influência direta e indireta no mercado global (HAJJAR et al., 2019), e vive mudanças significativas no setor de cafeicultura, em especial no processo de mecanização das atividades, anteriormente realizadas de forma manual (SILVA et al., 2018).

A mecanização, dentre vários benefícios, permite maior eficiência nas operações, viabilizando as atividades nas lavouras cafeeiras, especialmente em função da redução do custo de produção (CUNHA et al., 2016; CUNHA; SILVA; DIAS, 2016).

Nesse aspecto da mecanização, pode-se destacar a aplicação de agrotóxicos, com acoplagem de implementos às máquinas nas atividades da cultura do cafeeiro. Sabe-se que durante as operações destes conjuntos, o trator demanda distintas rotações do motor, o que pode expor os trabalhadores, mesmo em distâncias variadas em relação às fontes geradoras, a diversos riscos ocupacionais, como o ruído contínuo/intermitente em diferentes níveis (FERRAZ et al., 2013; SILVA et al., 2018).

Borge e Barreto (2015) consideram que a exposição de trabalhadores a níveis diversos e elevados de ruído pode levar à perda auditiva. Estudos também têm apontado que a exposição a níveis elevados de ruído tem potencial de comprometer a comunicação, trazer dificuldade de concentração, causar irritação e aumentar a possibilidade de erros no desempenho de atividades laborais (FONSECA et al., 2017; RINALDI et al., 2008).

No Brasil, a Norma Regulamentadora NR 15, em seu Anexo 1, e a Norma de Higiene Ocupacional NHO 01 estabelecem o valor de 85 dB(A) como limite de exposição ocupacional (LEO) para um trabalhador exposto durante uma jornada de trabalho diária de 8 horas (BRASIL, 1978;

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO, 2001).

Com base nas referidas normas, e em complemento à NR-9, define-se ainda a necessidade de consideração do nível de ação, ou seja, valor acima do qual as ações preventivas são iniciadas para minimização da probabilidade de prejuízos à audição do trabalhador. Conforme os critérios da NR 9 e da NR 15, esse nível de ação é de 80 dB (A) e para a NHO 01, o valor é de 82 dB (A), o que reforça a necessidade de avaliação da condição em que os trabalhadores estão expostos.

Assim, o presente estudo objetivou avaliar os níveis de ruído produzidos por um conjunto trator-pulverizador em condição estática sob diferentes rotações do motor bem como seu comportamento em função do afastamento do posto de trabalho do operador.

2 MATERIAL E MÉTODOS

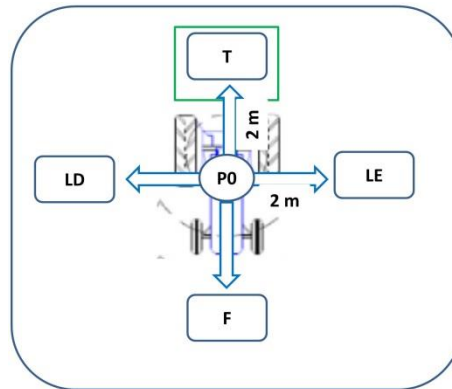
O trabalho foi desenvolvido em uma propriedade agrícola, localizada no município de Cabo Verde, sul de Minas Gerais, por meio da quantificação do nível de ruído emitido por um conjunto: trator MF 4275 de 75cv, manutenção em dia acoplado ao pulverizador do tipo canhão KUHN AF Super 600, empregados na aplicação de agrotóxicos em cafeeiro.

As avaliações do nível de ruído do conjunto foram realizadas em ensaio de campo controlado, utilizando-se água no equipamento canhão e o trator em condição estática, em 2 (duas) diferentes rotações do motor (1400 e 1600 rpm), posicionado em um terreiro de café.

Os níveis de ruído emitidos pelo conjunto trator-pulverizador foram quantificados utilizando-se medidor de pressão sonora (decibelímetro) digital modelo HDB-900, da marca Hikari, calibrado eletromecanicamente com certificado da Rede Brasileira de Calibração (RBC) e aferição de campo, por meio do calibrador CAL-4000 da Instrutherm, IEC 942/Classe 2, com níveis de pressão sonora de saída de 94 e 114 dB, configurado em circuito de resposta lenta (*Slow*) e curva de equalização "A". As medições foram expressas em dB(A), com utilização de protetor de ventos e a coleta de dados foi realizada na altura média do ouvido do trabalhador de acordo com Brasil (1978).

As leituras foram realizadas em pontos distribuídos, em uma malha amostral regular, com distância de 2 metros em quatro direções (Frente, Lateral direita, Lateral Esquerda, Traseira) do ponto inicial "0", sendo quantificados os níveis de ruído a 1,8m de altura em 6 posições: Ponto 0 - Posto de Trabalho do Operador - Ouvido direito (OD), Ouvido esquerdo (OE), Lado Direito - LD, Lado Esquerdo - LE, Frente - F e Traseira - T, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Distribuição dos pontos de avaliação do nível de ruído em relação ao posto de trabalho do operador. Legenda: Posto de trabalho do operador (P0); Lado Direito (LD); Lado Esquerdo (LE); Traseira (T); Frente (F).



Fonte: Adaptada Pimenta Junior et al. (2012)

O trabalho foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (2 x 6), sendo combinadas duas rotações (1400 e 1600 rpm) e seis posições de avaliação. Em cada ponto, foram realizadas 5 (cinco) repetições, com leituras de 30 segundos cada, obtendo-se a máxima leitura no intervalo amostrado.

Os dados dos níveis de ruído obtidos foram submetidos à análise de variância, por meio do teste F. Nos casos em que o valor do teste F foi significativo, foram realizados testes de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5% de significância de erro. Para tanto, foi empregado o software estatístico computacional “Sisvar” de Ferreira (2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os fatores de estudo, posição e rotação ($p \geq 0,05$). Os níveis de ruído dB (A) quantificados no conjunto mecanizado trator-pulverizador, considerando à posição e rotação podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de ruído contínuo/intermitente gerados em um conjunto trator-pulverizador em posições e rotações do motor distintas.

Posição	Rotação		Diferença
	1400	1600	
	dB (A) $\pm s$ ⁽¹⁾		%
Ponto 0 - Operador - Ouvido D	87,4 \pm 0,4 aA	89,6 \pm 0,4 aB	2,52
Ponto 0 - Operador - OE	88,2 \pm 0,6 bA	89,8 \pm 0,5 aB	1,81
Lado Direito - LD	83,6 \pm 0,4 cA	85,4 \pm 0,1 bB	2,15
Lado Esquerdo - LE	84,7 \pm 0,1 dA	87,3 \pm 0,5 bB	3,07
Frente - F	87,4 \pm 0,1 aA	89,2 \pm 0,1 aB	2,06
Traseira - T	96,1 \pm 0,5 eA	97,9 \pm 0,2 cB	1,87
CV%	0,44	0,37	2,25 ⁽²⁾

Fonte: Elaborada pelos autores. *Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.⁽¹⁾ Desvio padrão amostral; ⁽²⁾ Aumento médio % do nível de ruído.

Os resultados demonstram diferenças significativas para os níveis de ruído encontrados na rotação de 1400 e 1600 rpm ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). Os maiores níveis de ruído foram observados na rotação de 1600 rpm, indicando que há influência desse fator nos níveis de ruído. Em média, os níveis de ruído estiveram 2,25% maior na rotação de 1600 em comparação a 1400 rpm.

Em todas as condições avaliadas, o nível de ação de 80 dB (A), considerado pela Norma Regulamentadora NR 9 com base nos critérios da NR 15, foi ultrapassado. O limite de exposição ocupacional de 85 dB (A) também foi superado, na maioria das posições, nos pontos 0 (Banco do Operador OD e OE), frente e traseira do conjunto tratorizado. Resultados similares foram obtidos por Ferraz et al. (2013) e Yanagi Junior et al. (2012), em que operadores de máquinas agrícolas estão sujeitos a níveis elevados de ruído, geralmente acima do limite de exposição de 85 dB(A), demandando o uso de protetores auriculares.

Reforça-se que, de acordo com a Fundacentro (2001), o limite de exposição representa condições sob as quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à saúde do trabalhador.

Em relação às posições avaliadas, o nível de ruído na posição frente possui maior contribuição do motor do trator e o nível de ruído na parte traseira pode estar correlacionado pela proximidade do pulverizador. Já o ponto de operação (Banco do Operador OD e OE) se dá pela combinação do conjunto tratorizado.

Os maiores níveis de ruído foram encontrados na parte traseira do equipamento tanto na rotação de 1400 rpm, quanto de 1600 rpm. Esses maiores níveis podem ser explicados pela proximidade do pulverizador com a turbina ligada. Pode-se evidenciar ainda que os menores níveis de ruído foram quantificados nas posições laterais ao posto do operador, sendo $83,6 \pm 0,4$ para a rotação de 1400rpm e $85,4 \pm 0,1$ para a rotação de 1600 rpm . Essa condição pode estar relacionada ao maior distanciamento em relação ao motor do trator e à turbina do pulverizador.

Vale ainda ressaltar que os níveis de ruído encontrados no posto de operação (ponto 0: OD e OE), tanto em 1400 quanto 1600 rpm, indicam a necessidade de redução do tempo de exposição e/ou utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) do tipo protetor auricular com fator de atenuação adequada para a operação do conjunto tratorizado, de modo a evitar danos à saúde auditiva dos operadores ao longo do tempo.

O estudo contribui ainda para indicar os pontos com níveis elevados de ruído e que exigem maior atenção, visando-se a operações mais seguras para o trabalhador.

4 CONCLUSÃO

As rotações de operação apresentaram influência no nível de ruído gerado, sendo que em 1600 rpm foram quantificados os maiores níveis em todas as direções/posições.

O conjunto trator-pulverizador apresentou níveis de ruído acima do nível de ação de 80 dB (A) em todas as posições e o limite de exposição 85 dB(A) foi superado na maioria das posições analisadas, com destaque para as posições ponto 0 (Banco do Operador OD e OE), frente e traseira do conjunto tratorizado.

A realização da atividade nas condições avaliadas demanda a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) do tipo protetor auricular com atenuação adequada

REFERÊNCIAS

- BORGE, M. E.; BARRETO, M. A de. S. C. Zumbido e perda auditiva induzida por ruído em trabalhadores expostos ao ruído ocupacional. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*, v.06, n. 02, p. 1321-1333, 2015.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3.214, de jul. 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho - NR 15: Atividades e Operações Insalubres. Brasília, 1978. Disponível em: <<https://enit.trabalho.gov.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3.214, de jul. 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho - NR 9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasília, 1978. Disponível em: <<https://enit.trabalho.gov.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2020.
- CUNHA, J. P. B.; SILVA, F. M. da.; DIAS, R. E. B. A.; LISBOA, C. F.; MACHADO, T. A. Viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas de colheita do café. *Coffee Science*, Lavras, v. 11, n. 3, p. 417 - 426, 2016.
- CUNHA, J. P. B.; SILVA, F. M.; DIAS, R. E. B. A. Eficiência de Campo em Diferentes Operações Mecanizadas na Cafeicultura. *Coffee Science*, Lavras, v. 11, n. 1, p.76 - 86, mar.2016.
- FERRAZ, G. A.; SILVA, F. C.; NUNES, R. A.; PONCIANO, P. F. Variabilidade espacial do ruído gerado por derrçadora portátil em lavoura cafeeira. *Coffee Science*, Lavras, v. 8, n.3, p.276-283, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FONSECA, A. F. C da.; SANTOS, F da.; CATAI, R. E.; AMARILLA, R. S. D. Análise da exposição ocupacional ao ruído em trabalhadores de uma empresa florestal. *Revista ESPACIOS*, v. 38, n. 26, p. 25-31, 2017.
- FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO - FUNDACENTRO. Norma de Higiene Ocupacional. Procedimento Técnico. Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. NHO 01. São Paulo: Fundacentro. 2001. 37 p.
- HAJJAR, R. *et al.* Scaling up sustainability in commodity agriculture: Transferability of governance mechanisms across the coffee and cattle sectors in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, United Kingdom, v. 206, p.124 -132, 2019.
- PIMENTA JUNIOR, C. G.; DELMOND, J. G.; CUNHA, J. P. N.; LEONÍDIO, D. M.; REIS, E. F dos. Análise espacial do nível de ruído emitido por trator agrícola. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, PE, v.7, n.3, p. 514-520, 2012.
- RINALDI, C. N.; FERNANDES, H. C.; SILVEIRA, J. C. M de.; MAGNO JUNIOR, R. G.; MINETTI, L. J. Características de Segurança e Níveis de Ruídos em Tratores Agrícolas. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, v. 16, n. 2, p. 215-224, 2008.
- SILVA, J. A. R. da.; OLIVEIRA JUNIOR, G. G. de.; COSTA, C. E. de. M.; SILVA, A. B. da.; GABRIEL, C. P. C.; PUTTI, F. F. Occupational noise level in mechanized and semimechanized haverst of coffee fruits. *Coffee Science*, Lavras, v. 13, n. 4, p. 448 - 454, 2018.
- YANAGI JUNOR, T.; SCHIASSI, L.; ROSSONI, D. F.; PONCIANO, P. F.; LIMA, R. R. Spatial variability of noise level in agricultural machines. *Eng. Agrícola*, Jaboticabal, v.32, n.2, p.217-225, 2012.