

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO EM DERRIÇADORES E PULVERIZADORES MOTORIZADOS PORTÁTEIS UTILIZADOS EM LAVOURAS DE CAFÉ

EVALUATION OF NOISE LEVEL OF PORTABLE MECHANICAL HARVESTERS AND MOTORIZED AIR-CARRIER SPRAYERS USED IN COFFEE PLANTING

João Paulo Arantes Rodrigues da CUNHA¹; Reges Eduardo Franco TEODORO²

RESUMO: Dentre muitos fatores ambientais que prejudicam os trabalhadores rurais, o ruído pode ser considerado um dos principais. Entretanto, poucos são os trabalhos desenvolvidos para a avaliação desse parâmetro e suas implicações na saúde ocupacional. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o nível de ruído emitido por três derrichadores motorizados portáteis para colheita de café e dois pulverizadores costais motorizados, em diferentes raios de afastamento, e comparar os resultados com as normas vigentes no Brasil. Os resultados mostraram que as máquinas avaliadas apresentaram níveis de ruído, junto ao ouvido do operador, acima dos limites estipulados pela NBR-10152, como também acima do limite de 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, estabelecido pela NR-15. Faz-se necessário o uso de protetor auricular por parte dos operadores das máquinas avaliadas, bem como por parte dos auxiliares que trabalham próximos às máquinas, principalmente num raio de afastamento de até 10 m. Há necessidade de que as indústrias desenvolvam máquinas com menor nível de ruído.

PALAVRAS-CHAVE: Máquinas agrícolas. Ergonomia. Acústica. Saúde ocupacional.

INTRODUÇÃO

A cafeicultura apresenta grande importância social e econômica no cenário brasileiro. Sua sobrevivência frente à concorrência internacional, entretanto, depende da redução de custos e aumento da qualidade. Uma das soluções adotadas tem sido a mecanização das lavouras. No caso de pequenas propriedades ou áreas acidentadas, as máquinas mais utilizadas têm sido as portáteis motorizadas, posicionadas às costas do operador (BARBOSA et al., 2005).

No tocante à proteção da lavoura com agroquímicos, tem sido comum o emprego de pulverizadores costais motorizados. Eles promovem a desintegração do líquido em pequenas gotas e o transporte destas para o interior do dossel da cultura. Para que ocorra boa cobertura do alvo, é necessário que a corrente de ar, gerada por um ventilador do tipo axial ou centrífugo, apresente grande volume e velocidade, o que normalmente demanda elevada potência para o seu acionamento e, com isso, geração de poluição sonora (SANTOS, 1994).

Para a colheita mecanizada, um dos sistemas que mais tem sido empregado por produtores de baixo poder aquisitivo é o uso de derrichadores mecânicos portáteis (BARBOSA et al., 2005), os quais apresentam rendimento até oito vezes superior ao da colheita manual (SILVA et al., 1997). Esse sistema de colheita, considerado semimecanizado, não dispensa totalmente o emprego de mão-de-obra, pois o recolhimento e abanação são feitos de forma manual. Os derrichadores são dotados de motores de combustão interna que, em geral, vão às costas do operador.

Devido ao crescente emprego dessas máquinas no campo, pesquisadores e projetistas estão cada vez mais preocupados em buscar soluções que minimizem os efeitos danosos à saúde de operadores e ajudantes, provocados pela operação desses equipamentos (SANTOS FILHO et al., 2004). Uma das causas responsáveis por esses danos está intrinsecamente relacionada com o nível de poluição sonora provocado pelo ruído emitido. Além de outras condições adversas presentes na atividade agrícola, como calor, vento, frio,

¹ Professor Doutor do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil. E-mail: jpcunha@iciag.ufu.br

² Professor Pós-Doutor do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, MG, E-mail: reges@umarama.ufu.br

Received: 11/01/06 Accept: 26/09/06

poeira, vibração do equipamento e emissão de gases de motores, o ruído também contribui para aumentar o estresse e o desconforto nas operações em campo, podendo resultar no aumento do número de acidentes de trabalho e em baixa capacidade operacional ao longo da jornada.

No meio rural, quase sempre existe a preocupação com o uso de equipamento de proteção individual no sentido de se evitar intoxicações por agrotóxicos, no entanto, pouca atenção é dada à prevenção dos efeitos do ruído. Infelizmente, o setor agrícola observou esse problema tardiamente, tanto que, na área rural, pouco existe a respeito do ruído em máquinas agrícolas e, conseqüentemente, não se pode tirar nenhuma conclusão sobre os problemas ocupacionais em trabalhadores (VITÓRIA, 2000).

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui algumas normas sobre medições de ruído em máquinas agrícolas, sendo a principal a NBR-9999 (ABNT, 1987a). A norma NBR-10152 (ABNT, 1987b) estabelece os níveis de ruído para o conforto acústico, e a norma regulamentadora NR-15 da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2005) estabelece o nível máximo de ruído permitido para oito horas de exposição diária em 85 dB (A). Acima desse limite, além de perturbar as atividades humanas, corre-se o risco de modificar o limiar auditivo dos indivíduos expostos ao ruído, principalmente em longos períodos de tempo, causando hipoacusia (MERLUZZI et al., 1987). Ainda de acordo com a NR-15, não é permitida exposição

a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

Astete e Kitamura (1980) explicam que, dentre as características dos agentes importantes para o aparecimento de doença auditiva, destacam-se: a intensidade, relacionada com o nível de pressão sonora; o tipo de ruído, definido como contínuo, intermitente ou de impacto; a duração, relacionada ao tempo de exposição a cada tipo de agente; e a qualidade, que diz respeito à frequência dos sons que compõem os ruídos em determinada análise.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o nível de ruído emitido por três derrçadores mecânicos portáteis para colheita de café e dois pulverizadores costais motorizados, em diferentes raios de afastamento, e comparar os resultados com as normas vigentes no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Mecanização Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Foram avaliados três derrçadores portáteis motorizados para colheita de café por vibração, disponíveis no mercado, com motor de combustão interna monocilíndrico do ciclo Otto, dois tempos a gasolina (Tabela 1). Também foram avaliados dois pulverizadores pneumáticos costais motorizados, acionados por motor de combustão interna monocilíndrico, dois tempos a gasolina.

Tabela 1. Características das máquinas avaliadas

Máquina	Potênciado motor (kW)	Capacidade do depósito(L)	Volume de ar deslocado(m ³ min ⁻¹)
Derrçador 1 (Fabricante A)	1,5	-	-
Derrçador 2 (Fabricante B)	0,9	-	-
Derrçador 3 (Fabricante C)	1,3	-	-
Pulverizador 1 (Fabricante D)	2,2	15	20
Pulverizador 2 (Fabricante E)	2,2	16	16

As avaliações basearam-se no método descrito na NBR-9999 (ABNT, 1987a). Segundo essa norma, na posição e momento do ensaio de medição do nível de ruído, a temperatura ambiente deve estar entre -5 e 30°C e a velocidade do vento deve ser inferior a 5,0 m s⁻¹. Os níveis de ruído foram determinados em um medidor de pressão sonora (decibelímetro) da marca Minipa, nos circuitos de resposta lenta e de equalização "A", sendo expressos em dB(A).

Embora tenham sido observadas condições climáticas favoráveis, durante a realização de todos os testes, foi utilizado o protetor de ventos no microfone do medidor de pressão sonora, com o intuito de uniformizar as condições de leitura e evitar a influência de possíveis rajadas de vento. Mediu-se o nível de ruído junto ao ouvido do operador e em função do raio de afastamento: 5, 10 e 15 m no sentido de maior intensidade sonora. Desta forma, foi possível determinar os níveis de ruído a que estão

sujeitos os operadores e também os trabalhadores próximos às máquinas. Para a medição, os derrçadores e os pulverizadores foram acionados e colocados na condição de operação em máxima aceleração. Também foi avaliado o nível de ruído dos derrçadores em marcha-lenta.

Os resultados encontrados foram comparados com os limites de tolerância estabelecidos pela NR-15 (BRASIL, 2005), conforme apresentado na Tabela 2. A partir dos valores de ruído medidos, foram analisados os tempos de exposição máxima que o operador poderia ficar exposto àquele nível, sem o uso de protetores auriculares. Para os valores encontrados de nível de ruído intermediário, foi considerada a máxima exposição diária permissível relativa ao nível imediatamente mais elevado de acordo com a NR-15.

As leituras foram tomadas junto ao ouvido do operador, no lado de maior intensidade sonora, e em cada raio de afastamento, em períodos de cinco segundos, perfazendo cinco leituras para cada condição. Cuidou-se para que a dispersão entre os dados não ultrapassasse 5 dB(A). Em todas as amostragens realizadas, foram aguardados três minutos antes da medição, tempo esse necessário para que as máquinas entrassem em regime de trabalho.

Para efeito de análise estatística, o ensaio foi considerado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Utilizou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para comparação de médias entre os três derrçadores, e o teste F, a 5% de probabilidade, para comparação de médias entre os dois pulverizadores.

Tabela 2. Limites de tolerância para ruídos, segundo a Norma Regulamentadora NR-15 (BRASIL, 2005)

Nível de ruído*	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

* Os níveis de ruído devem ser medidos em decibel (dB), com o medidor operando no circuito de equalização A.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de ruído observados junto ao ouvido do operador e afastado 5, 10 e 15 m das máquinas, para o nível de aceleração máxima são apresentados na Tabela 3. Em todos os resultados apresentados, não foi necessário fazer correção da medida de ruído em função do nível de ruído de fundo (ruído ambiente). De acordo com a norma

NBR-9999 (ABNT, 1987a), a diferença entre os valores de nível de ruído ambiente e aqueles obtidos nos testes deve ser superior a 10 dB(A). Observou-se que a diferença entre o nível de ruído ambiente e os níveis medidos ficou acima do mínimo estabelecido pela norma. O nível de ruído ambiente observado durante os testes foi próximo a 33 dB(A).

Tabela 3. Médias dos níveis de ruído, em dB(A), emitidos por três derrçadores portáteis de café e por dois pulverizadores costais motorizados, junto ao ouvido do operador e afastado 5, 10 e 15 m da máquina, para o nível de aceleração máxima

Máquina	Nível de ruído* - dB(A)			
	Junto ao ouvido do operador	Distância de afastamento (m)		
		5	10	15
Derrçador 1	104,6a	93,6a	89,1a	84,2a
Derrçador 2	100,7b	89,3c	83,7c	80,0c
Derrçador 3	102,2ab	92,2b	86,2b	82,6b
Pulverizador 1	104,2	91,6	87,6	79,6
Pulverizador 2	104,0	93,6	87,2	82,6

* Para os derrçadores, médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. A ausência de letras indica que não houve significância no teste F.

Os níveis de ruído, junto ao ouvido do operador, emitidos pelos derrçadores em aceleração máxima, foram 104,6; 100,7 e 102,2 dB(A), ultrapassando os níveis recomendados pela legislação, cujo valor-limite é de 85 dB(A) para uma exposição máxima diária de 8 horas, sem protetor auricular. O maior nível de ruído foi encontrado no derrçador de maior potência do motor, mostrando uma relação direta entre esses dois parâmetros. Os dois pulverizadores também apresentaram níveis de ruído acima do recomendado: 104,2 e 104,0 dB(A).

Os dados encontrados estão de acordo com Lima et al. (1998). Esses autores, trabalhando na determinação do nível de ruído e identificação das fontes em tratores

florestais, concluíram que a fonte de maior ruído está diretamente ligada à localização do motor e à saída do coletor dos gases de exaustão, e que quanto maior a potência do motor do trator maior era o nível do ruído emitido.

Na Tabela 4 é apresentado o nível de ruído emitido pelos derrçadores em marcha-lenta, junto ao ouvido do operador. Diferentemente do pulverizador, durante a operação dos derrçadores, é comum intercalar momentos de máxima e mínima aceleração. Nota-se que a intensidade do ruído foi dependente da rotação de trabalho do motor, no entanto, mesmo em marcha-lenta, o ruído foi elevado, aproximando-se do limite máximo aceitável.

Tabela 4. Médias dos níveis de ruído, em dB(A), emitidos por três derrçadores portáteis de café, em marcha-lenta, junto ao ouvido do operador

Máquina	Nível de ruído* - dB(A)
Derrçador 1	77,8b
Derrçador 2	77,9b
Derrçador 3	81,0a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 5 é apresentado o tempo laborativo máximo diário permitido para um trabalhador, considerando-se o maior nível de ruído médio constante ao longo da jornada, de acordo com cada situação de trabalho avaliada, e a falta de protetor auricular, de acordo com a norma NR-15. Analisando-se os valores encontrados, percebe-se a necessidade de conscientização

dos operadores quanto à importância da utilização dos equipamentos de proteção individual, e também daqueles que trabalham próximos às máquinas. No caso dos derrçadores, é comum a presença de trabalhadores próximos a eles, realizando operações de recolhimento e abanação do café.

Tabela 5. Tempos de exposição diária máxima permissível, de acordo com os níveis de ruído emitidos por três derrçadores portáteis de café e por dois pulverizadores costais motorizados, junto ao ouvido do operador e afastado 5, 10 e 15 m da máquina, considerando-se o maior nível de ruído médio constante ao longo da jornada e a ausência de protetor auricular

Máquina	Tempo de exposição (min)			
	Junto ao ouvido do operador	Distância de afastamento (m)		
		5	10	15
Derrçador 1	30	135	240	*
Derrçador 2	45	240	*	*
Derrçador 3	35	160	360	*
Pulverizador 1	30	180	300	*
Pulverizador 2	35	135	300	*

*nível de ruído abaixo de 85 dB(A)

Para todas as máquinas avaliadas, o operador não pode trabalhar mais de 45 minutos de forma contínua, sem a utilização do protetor auricular. Para os pulverizadores, em parte já existe consciência da necessidade da utilização dos equipamentos de proteção individual. No entanto, é preciso incorporar o protetor auricular a eles, tendo em

vista que seu uso é bastante restrito.

Os níveis de ruído diminuíram de intensidade à medida que se afastaram da máquina. Entretanto, a aproximadamente 10m de distância, os níveis de ruído encontrados eram superiores aos recomendados, podendo causar desconforto (Figuras 1 e 2).

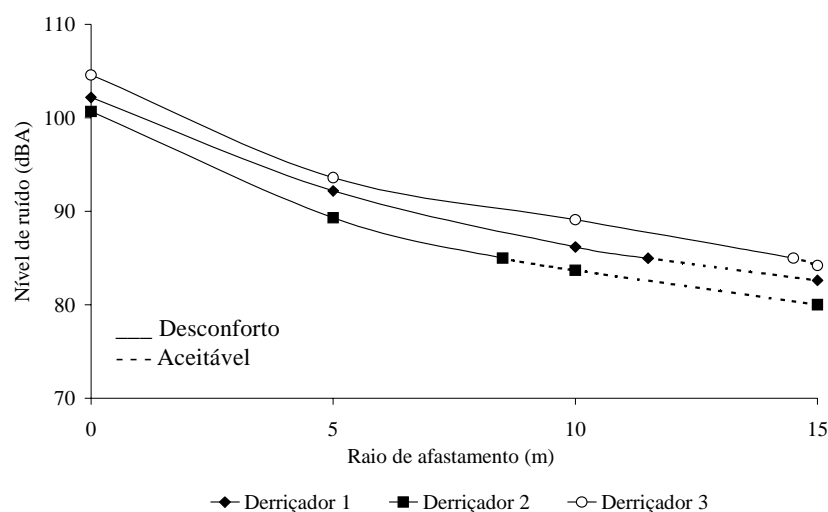


Figura 1. Níveis de ruído emitidos por três derrçadores mecânicos portáteis, em função do raio de afastamento.

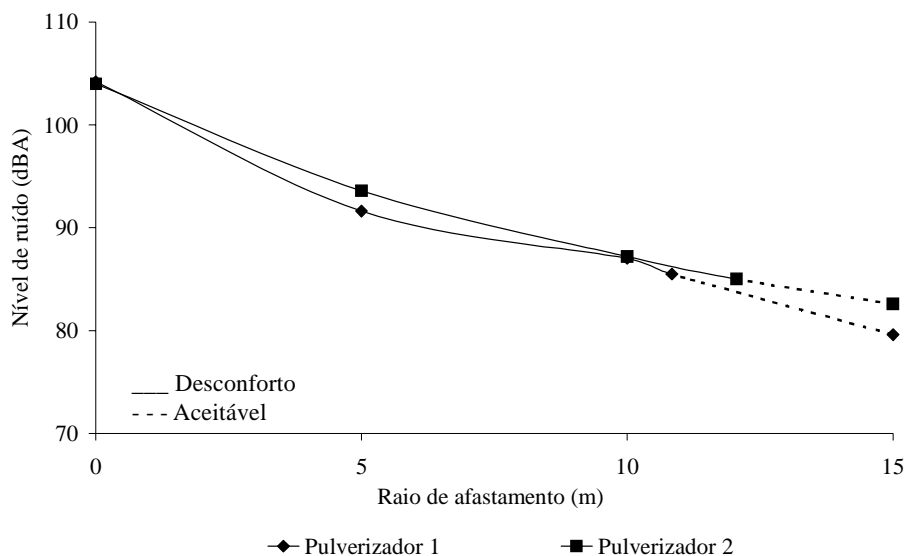


Figura 2. Níveis de ruído emitidos por dois pulverizadores costais motorizados, de jato transportado, em função do raio de afastamento.

Apesar de alguns modelos de protetor auricular permitirem níveis de redução de ruído superior a 20 dB(A), Pessina e Guerretti (2000), avaliando a eficiência de vários dispositivos para a redução de ruído no ouvido de operadores de tratores agrícolas, concluíram que, em média, os dispositivos de proteção auricular permitem uma atenuação do nível de ruído na ordem de 10 dB(A). Considerando esse valor, é possível perceber que, de fato, os níveis de ruído observados encontram-se muito elevados. Dependendo da qualidade do protetor auricular e da forma e tempo de utilização, mesmo com o emprego desse dispositivo, poderá haver desconforto e dano ao trabalhador. É preciso que os fabricantes reavaliem os projetos visando a diminuição do ruído.

CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados permitiram a seguinte conclusão: os derrçadores e os pulverizadores avaliados apresentaram níveis de ruído, junto ao ouvido do operador, acima dos limites estipulados pela NBR-10152, como também acima do limite de 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, sem protetor auricular, estabelecido pela NR-15. Faz-se necessário o uso de dispositivos de proteção auricular por parte dos operadores das máquinas avaliadas, bem como por parte dos auxiliares que trabalham próximos às máquinas, principalmente num raio de afastamento de até 10 m. Há necessidade de que as indústrias desenvolvam máquinas com menor nível de ruído.

ABSTRACT: Intense noise may result in temporary or permanent hearing loss and also affects health in other ways, however, few works were developed to evaluate this parameter and its implications on occupational health. Thus, the aim of this study was to evaluate the noise levels emitted by three portable machines for cherry coffee harvesting and two portable motorized air-carrier sprayers, in different distances from the noise source, and to compare the results with the effective norms in Brazil. The results showed that the machines presented noise levels, near the operator's ear, higher than the limits specified by the Brazilian Technical Norm NBR-10152, as well as higher than the 85 dB(A) limit for 8 hours of daily exposure, established by Brazilian Legislation on Insalubrity. It was noticed the necessity of hearing protection device use by the machine operators, as well as by the assistants, who work close to the machines. Noisy machinery should be engineered to be more quiet.

KEYWORDS: Agricultural machines. Ergonomics. Acoustic. Occupational health.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma NBR 9999**: Medição do nível do ruído, no posto de operação, de tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro, 1987a. 21 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma NBR 10152 (NB 95)**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987b. 4 p.

ASTETE, M. G. W.; KITAMURA, S. Efeitos da exposição profissional ao barulho. In: MENDES, R. (Ed.). **Medicina do trabalho**: doenças ocupacionais. São Paulo: Sarvier, 1980, p. 416-435.

BARBOSA, J. A.; SALVADOR, N.; SILVA, F. M. Desempenho operacional de derrigadores mecânicos portáteis, em diferentes condições de lavouras cafeeiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 129-132, 2005.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Atividades e operações insalubres**. NR-15. Disponível em: <<http://www.mtb.gov.br/Empregador/segsau/Legislacao/Normas>>. Acesso em: 13 dez. 2005.

LIMA, J. S. S.; FERNANDES, H. C.; VITÓRIA, E. L. Determinação do nível de ruído e identificação da fonte em tratores florestais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 55-61, 1998.

MERLUZZI, F.; DIGHERA, R.; DUCA, P. Soglia uditiva di lavoratiriron espositi a rumore professionale: valore de riferimento. **La Medicina Del Lavoro**, Milano, v. 6, n. 78, p. 427-440, 1987.

PESSINA, D.; GUERRETTI, M. Effectiveness of hearing protection devices in the hazard reduction of noise from used tractors. **Journal of Agricultural Engineering Resource**, Silsoe, v. 75, p. 73-80, 2000.

SANTOS, F. **Técnicas de pulverização e transporte de gotas**. Vila Real: UTAD, 1994. 17 p.

SANTOS FILHO, P. F.; FERNANDES, H. C.; QUEIROZ, D. M.; SOUZA, A. P.; CAMILO, A. J. Utilização de um sistema de aquisição automática de dados para avaliação dos níveis de ruído de um trator agrícola de pneus. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 381-386, 2004.

SILVA, F. M.; CARVALHO, G. R.; SALVADOR, N. Mecanização da colheita do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 43-54, 1997.

VITÓRIA, E. L. **Avaliação do nível de ruído emitido por tratores em diferentes operações agrícolas**. 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.