
NOTA TÉCNICA:**NÍVEL DE RUÍDO EMITIDO POR TRATORES AGRICOLAS EM CONFORMIDADE COM A NORMA REGULAMENTADORA NR 15**

Murilo Mesquita Baesso¹, Guilherme Augusto Martins², Alcir Jose Modolo³, Raquel Couto Evangelista Baesso⁴, Evandro Martin Brandeleiro⁵

RESUMO

O ruído das máquinas agrícolas, com o passar do tempo, pode provocar problemas auditivos nos operadores. De acordo com as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego (NR 15), a exposição diária máxima permitida, durante uma jornada de trabalho de 8 horas, é de 85 decibéis. Objetivou-se avaliar o ruído emitido por sete tratores agrícolas. As leituras foram realizadas próximo ao ouvido do operador e em cada raio de afastamento de 1 a 10 m, tomados de um a um metro, direcionados para os lados direito e esquerdo e partes traseira e frontal de cada trator, com três leituras para cada ponto. Observou-se nível de ruído acima do máximo permitido para uma jornada de trabalho de 8 horas em todos os tratores estudados.

Palavras-chave: ergonomia; exposição do operador; segurança no trabalho

ABSTRACT**NOISE LEVEL EMITTED BY AGRICULTURAL TRACTORS IN ACCORDANCE WITH REGULATORY STANDARD NR 15**

The noise of agricultural machinery, over the course of time, can cause hearing problems in operators. According to the regulatory standards of the Brazilian Ministry of Labor and Employment (NR 15), the maximum allowable diary exposure, during the work day of 8 hours, is 85 decibels. In this context, the present study was conducted to evaluate the noise emitted by seven different tractor models. Sampling was performed near the operator's ear and at distances of 1 to 10 meters, measured at every individual meter, on the right and left sides and front and back parts of each tractor. At each point, three samples were obtained for each condition. Noise levels above the maximum allowed for the 8 hour work day were observed in all tractors studied.

Keywords: ergonomic; operator exposure; safety at work

Recebido para publicação em 05/06/2014. Aprovado em 08/10/2014.

- 1- Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia de Biossistemas, USP – Campus Pirassununga - SP, baesso@usp.br
- 2- Graduando em Engenharia de Biossistemas, USP – Campus Pirassununga – SP.
- 3- Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco - PR.
- 4- Eng. Agrícola, Doutora em Engenharia Agrícola, UFV – Campus Viçosa, MG.
- 5- Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos - PR.

INTRODUÇÃO

Entre os fatores ergonômicos que prejudicam os operadores das máquinas, o ruído pode ser considerado um dos principais. Durante os últimos anos, o bem-estar dos trabalhadores passou a ser uma das preocupações nas indústrias e agroindústrias para o adequado desempenho das atividades.

O rendimento do trator, bem como a ocorrência de acidentes depende também do nível de fadiga à qual o operador está submetido. A principal preocupação da Ergonomia é o elemento humano, sendo seu objetivo a satisfação do trabalhador, entendendo-se que o acréscimo de produção ou melhoria da qualidade dos produtos são resultados de uma interação adequada entre o homem e o sistema de produção (FILIP; CANDALE 2012).

A preocupação com o conforto e a segurança do operador tem chamado a atenção de profissionais de diversas áreas no sentido de considerar os fatores humanos (ergonomia) na concepção projetual de tratores agrícolas, em razão às adversidades impostas pela natureza no meio agrícola, e também à periculosidade que essas máquinas apresentam e aos acidentes envolvidos nesse contexto (ANTONUCCI *et al.*, 2012). Ambientes insalubres, além de causar extenuação física e nervosa nos trabalhadores, provoca também queda no rendimento e afastamentos por problemas de saúde. (TADAYUKI *et al.*, 2012).

O nível de ruído próximo ao ouvido do operador na jornada de trabalho é um dos fatores que devem ser avaliados em sistemas produtivos com intenso uso de máquinas. Estudos evidenciam que as pessoas expostas a 82, 85, 88 ou 92 dB(A) em uma jornada diária de trabalho (8 horas) perdem cerca de 2, 5, 10 ou 20% da audição, respectivamente (BAESSO *et al.*, 2008).

Analisando ruído em tratores agrícolas, Cunha *et al.* (2012) afirmaram que mesmo com avanço tecnológico na produção de máquinas agrícolas, o nível de ruído continua acima do permitido para uma jornada de 8 horas de trabalho em tratores sem cabine de proteção, sendo necessário o uso de protetores auriculares. Na inspeção de 29 tratores, Rinaldi *et al.* (2008) constataram que os níveis de ruídos emitidos ficaram acima do máximo permitido

pelos normas regulamentadoras, podendo causar perda auditiva, irritação e perdas de concentração.

Diante deste contexto, objetivou-se avaliar os níveis de ruídos de tratores agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, localizada na cidade de Pirassununga-SP.

O ensaio foi realizado com 7 tratores: trator A (potência no motor de 80.9 kW à 2200 rpm, fabricado no ano de 2011 e com 107,5 horas de uso), trator B (potência no motor de 77.2 kW à 2200 rpm, fabricado no ano de 1989 e com 7834,5 horas de uso), trator C (potência no motor de 55.9 kW à 2200 rpm, fabricado no ano de 1989 e com 25068,4 horas de uso), trator D (potência no motor de 55.9 kW à 2200 rpm, fabricado no ano de 1996 e com 6422,5 horas de uso), trator E (potência no motor de 62.5 kW à 2200 rpm, fabricado no ano de 2012 e com 42,1 horas de uso), Trator F (potência no motor de 55.9 kW à 2200 rpm fabricado no ano de 2011 e com 701,4 horas de uso), e trator G (potência no motor de 127.2 kW à 2200 rpm, fabricado no ano de 1997 e com 7472,9 horas de uso), lotados na Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga; durante o ensaio, os tratores estavam com rotação equivalente a 540 rpm na TDP (Tomada de potência), todos os tratores no momento do ensaio estavam sem cabina.

Os níveis de ruídos foram determinados com o auxílio de um decibelímetro digital, marca ICEL, modelo DL-4020, nos circuitos de resposta lenta e de equalização "A", sendo expressos em dB(A); em todas as medições foi usado o protetor de vento do decibelímetro.

As leituras foram tomadas próximas ao ouvido do operador e em cada raio de afastamento de 1 a 10 m, coletadas de 1 em 1 m, direcionadas para os lados direito e esquerdo e partes traseira e frontal do trator. Para cada ponto, foram realizadas três leituras em cada condição.

Para o estudo da variação dos níveis de ruído em função do raio de afastamento, foram ajustadas equações de regressão para o conjunto ensaiado. Dessa forma, foi possível determinar os níveis de

ruído a que estão sujeitos os operadores e, também, os trabalhadores próximos às máquinas.

As avaliações foram baseadas no método descrito na NBR-9999 (ABNT 1987). Segundo essa norma, na posição e momento do ensaio de medição do nível de ruído, temperatura ambiente entre -5 e 30 °C e a velocidade do vento inferior a 5,0 m s⁻¹; são condições satisfatórias no momento da avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 estão mostrados os valores médios dos níveis de ruído obtidos com medições próximas ao ouvido do operador em função do raio de afastamento, posição de avaliação e modelo de trator avaliado.

Os ruídos próximo ao ouvido direito do operador foram de 90,0; 90,3; 89,0; 91,0; 87,9; 89,0 e 88,0 dB(A), respectivamente para os tratores A, B, C, D, E, F, e G. Em todos os casos, o limite permitido, segundo a Norma Regulamentadora (NR 15) do Ministério do Trabalho e Emprego, foi ultrapassado para uma exposição diária de 8 h, sendo, assim, necessário o uso de protetor auricular.

Estes resultados corroboram os de Alves *et al.* (2011) que, avaliando o nível de ruído em condição estática e dinâmica de um trator Valtra, modelo 785 TDA (55,2 kW), operando a 540 rpm na tomada de potência, os quais concluíram que, os níveis de ruído próximos ao operador, em condições de campo, foram superiores aos estabelecidos pelas normas, para uma exposição máxima de 8 horas diárias, sem o uso de protetor auricular.

Em relação ao raio de afastamento, os valores maiores ocorrem em geral até 4 m de distância, ou seja, para pessoas que estejam numa distância de até 4 m do conjunto durante a sua jornada de trabalho houve, também, a necessidade do uso de equipamento de proteção individual (EPI). Pimenta Junior *et al.* (2012) estipularam um raio de 5 metros como sendo indicado o uso de EPI em operações rotineiras com tratores agrícolas, tanto para operadores como para os demais funcionários que trabalham em suas proximidades.

Aplicando a regressão linear dos valores médios de ruído no lado direito do conjunto em função do raio de afastamento, foram encontradas

as seguintes equações: $-1,6718D + 92,232$ ($R^2 = 0,9254$); $-1,6509D + 91,255$ ($R^2 = 0,9375$); $-1,7418D + 88,127$ ($R^2 = 0,9705$); $-1,6355D + 90,756$ ($R^2 = 0,9600$); $-1,4200D + 87,364$ ($R^2 = 0,9308$); $-1,5809D + 87,877$ ($R^2 = 0,9553$) e $-1,5882D + 92,209$ ($R^2 = 0,8595$), respectivamente para os modelos MF4292, MF292, MF272, MF275, MF4283, MF4275 e MF680. Aplicando o mesmo princípio ao lado esquerdo do conjunto foram encontradas as seguintes equações: $-1,5873D + 92,318$ ($R^2 = 0,9137$); $-1,4818D + 90,282$ ($R^2 = 0,9648$); $-1,5500D + 90,423$ ($R^2 = 0,9574$); $-1,5073D + 91,491$ ($R^2 = 0,9617$); $-1,4964D + 88,118$ ($R^2 = 0,9625$); $-1,5455D + 87,936$ ($R^2 = 0,9418$) e $-1,5109D + 91,636$ ($R^2 = 0,8990$), respectivamente para os modelos MF4292, MF292, MF272, MF275, MF4283, MF4275 e MF680.

Os resultados obtidos no lado esquerdo do operador são semelhantes aos obtidos no lado direito. Portanto há necessidade do uso de EPI para o operador e para as pessoas situadas a uma distância menor que 4 metros para todos os tratores. Ruas *et al.* (2011), avaliando o nível de ruído emitido por um micro-trator YANMAR modelo TC 14S sob três condições de uso do motor (1200, 2400 e 2400 rpm com roçadora ativada); quatro posições de medição em relação ao micro-trator (frente, atrás, lado esquerdo e lado direito) e cinco raios de afastamento em relação ao ouvido do operador (0, 5, 10, 15 e 20 m), observaram que, devido a características construtivas o micro-trator apresentou maiores níveis de ruídos emitidos ao lado esquerdo, sendo o limite de raio de afastamento de 5 m.

Com relação ao modelo de trator utilizado nas avaliações, pode-se observar a partir do Quadro 1 que os tratores que apresentaram maiores ruídos ao longo de todos os raios de afastamento na avaliação ao lado direito do operador foram respectivamente: trator G (127,2 kW), trator A (80,9 kW), trator B (77,2 kW v), trator D (55,9 kW), trator F (62,5 kW), trator E (55,9 kW) e trator C (55,9 kW). Há uma clara relação entre o nível de ruído e a potência no motor de cada trator avaliado, sendo que os tratores que apresentam as maiores potências no motor tendem a apresentar maiores valores de ruído a uma mesma rotação do motor. Segundo Bilski (2013), o ruído gerado pelos motores pode ser potencialmente

Quadro 1. Valores médios dos níveis de ruído (dB) próximo ao ouvido do operador em função da posição de avaliação, raio de afastamento e modelo de trator utilizado.

Posição	Raio de afastamento (m)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trator A											
Frontal	-	92,7	87,0	85,0	83,1	81,7	81,0	79,7	79,2	78,5	77,1
Direito	90,0	93,9	90,6	86,7	84,5	82,5	81,2	80,1	78,8	77,9	76,4
Esquerdo	89,3	94,1	90,7	87,5	85,6	83,7	81,8	80,4	79,3	78,5	77,3
Traseiro	-	86,3	84,4	81,3	78,5	76,6	75,1	74,2	72,5	71,8	70,8
Trator B											
Frontal	-	90,8	87,8	84,8	82,6	81,4	79,6	78,6	77,6	76,5	75,6
Direito	90,3	92,8	88,6	85,6	83,5	81,7	80,1	79,2	78,2	76,5	76,4
Esquerdo	89,8	90,5	87,8	85,5	83,6	81,5	80,2	79,3	78,5	77,3	76,5
Traseiro	-	83,4	80,6	78,6	77,3	75,7	73,6	72,8	72,7	71,4	71,2
Trator C											
Frontal	-	91,6	88,4	84,4	81,6	79,8	78,4	77,1	76,4	74,6	74,0
Direito	89,0	87,9	84,7	82,1	79,9	78,5	76,6	75,6	74,1	72,9	72,3
Esquerdo	92,7	89,4	86,8	84,5	83,0	82,0	80,2	79,3	78,1	77,1	76,3
Traseiro	-	84,6	82,8	79,4	77,9	76,6	75,6	74,4	73,4	72,4	71,3
Trator D											
Frontal	-	90,7	87,3	84,9	83,2	81,4	80,6	79,0	77,8	77,1	76,3
Direito	91,0	91,3	87,8	85,1	83,0	81,4	80,1	78,7	77,5	77,1	75,7
Esquerdo	91,3	92,0	89,0	86,4	84,3	83,0	81,6	80,3	79,4	78,6	77,6
Traseiro	-	84,7	81,3	78,6	77,1	75,4	74,0	73,2	72,0	71,2	70,6
Trator E											
Frontal	-	90,2	86,1	83,3	82,6	80,5	80,0	78,5	77,5	76,6	75,2
Direito	89,0	88,0	84,6	82,3	80,1	78,7	77,3	76,3	75,4	74,5	73,5
Esquerdo	88,2	88,8	85,4	82,2	80,3	78,6	77,8	76,5	75,8	74,6	74,1
Traseiro	-	83,6	79,2	77,2	75,4	74,0	72,3	71,1	69,9	69,3	68,2
Trator F											
Frontal	-	91,4	86,5	83,8	81,8	80,3	78,9	77,9	76,9	75,8	74,9
Direito	87,9	88,5	84,1	82,3	80,7	78,5	77,3	77,5	76,3	75,3	74,5
Esquerdo	87,7	88,9	85,4	82,8	80,9	80,3	78,3	77,3	76,4	74,9	74,1
Traseiro	-	83,2	80,6	80,0	77,0	75,1	73,6	72,5	71,7	70,7	69,2
Trator G											
Frontal	-	94,7	89,4	86,9	85,1	83,8	82,9	81,2	80,8	79,9	78,8
Direito	88,0	95,1	90,4	88,2	85,8	84,0	82,3	80,8	79,7	78,7	77,8
Esquerdo	88,9	93,8	89,9	87,3	84,6	82,9	81,7	80,6	79,1	78,3	77,8
Traseiro	-	83,8	81,8	80,5	78,6	77,1	76,1	75,7	74,0	73,5	72,4

perigoso para a audição se o operador ou quaisquer outros indivíduos ficarem próximo ao trator, com destaque aos de maiores potencia. Na mesma linha de raciocínio, Shrivastava *et al.* (2014), avaliando o nível de ruído com a performance e potencia de motores agrícolas, propuseram um novo desenho de silenciadores para melhorar a eficiência do sistema homem-máquina, principalmente em motores de média e grande potencia.

Outro aspecto que pode ser levado em consideração é o ano e estado de conservação de cada modelo utilizado, em que é perceptível que para potências próximas entre os tratores, aqueles que se apresentam fabricados a mais tempo apresentam, também, maiores níveis de ruído. Um ponto que pode ser discutido neste caso é a utilização de designs modernos que diminuam tais valores, ou mesmo a utilização de outros materiais na produção dos tratores, como no caso de peças plásticas no lugar de peças que eram feitas de ligas metálicas. A mesma relação de potencia e ruídos observada ao lado direito é mantida ao lado esquerdo do operador. Cunha *et al.* (2012) comentaram que o avanço tecnológico, é capaz de melhorar a saúde, segurança, conforto e eficiência do operador, pois em geral, são ergonomicamente mais eficientes.

Resultados semelhantes foram encontrados por Tosin *et al.* (2009), que, avaliando o nível de ruído em dois tratores agrícolas, um de 55, kW sem cabine e outro de 80,9 kW cabinado, utilizando três tipos de pistas: asfalto, concreto e solo firme, observaram que, o maior nível de ruído foi obtido no trator de menor potencia (55,9 kW). Os autores atribuíram estes resultados ao fato do trator de maior potência ser cabinado, proporcionando isolamento acústico.

No Quadro 1 podem-se observar os níveis de ruídos em função do posicionamento de leitura e raio de afastamento para os diferentes modelos de tratores avaliados. As variações de ruído ocorrem em função do posicionamento esquerdo, direito, frontal e traseiro, tendo este ultimo os menores níveis de ruído em todos os modelos avaliados.

Todos os diferentes modelos apresentaram valores de ruído menores na parte de avaliação traseira da maquina, enquanto as avaliações na condição lateral esquerda, direita e frontal, apresentaram variações conforme o modelo e as

características construtivas de cada maquina, bem como a idade. Apenas o trator A apresentou valores de ruídos superiores ao recomendado para jornada de trabalho de 8h no raio de afastamento de 1m na avaliação traseira, este valor superou em 1,3 dB (A) o valor limítrofe de 85 dB (A) recomendados pela norma. A partir de 2 m de raio de afastamento, todos os modelos de tratores apresentaram nível de ruído menor que 85 dB.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado conclui-se que:

- Os maiores valores de ruídos foram encontrados nos tratores de maior potência;
- Tratores mais velhos apresentam maiores valores de ruído;
- Todos os tratores apresentaram níveis de ruído, próximo ao ouvido do operador, acima dos limites permitidos pela Norma Regulamentadora (NR 15) do Ministério do Trabalho e Emprego. Sendo assim, os operadores e auxiliares de campo estão sujeitos a risco de hipoacusia, quando trabalham sem proteção auricular a uma distancia menor que 2 metros dos tratores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.D.S.; COSTA, F.R.L.; CORTEZ, J.W.; DANTAS, A.C.S.; NAGAHAMA, H.J. Níveis de potência sonora emitidos por trator agrícola em condições estáticas e dinâmicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p.110-119, 2011.

ANTONUCCI, A.; SICILIANO, E.; LADIANA, D.; BOSCOLO, P.; DI SIVO, M. Perception of occupational risk by rural workers in an area of central italy. **Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents**, v.26, n.1, p.439-445, 2012.

BAESSO, M.M., TEIXEIRA, M.M., RODRIGUES JUNIOR, F.A., MAGNO JUNIOR, R.G.,

FERNANDES, H.C. Avaliação do nível de ruído emitido por um conjunto trator pulverizador Com e sem assistência de ar. **Engenharia na Agricultura**, v.16, n.4, p.400-407, 2008.

BILSKI, B. Exposure to audible and infrasonic noise by modern agricultural tractors operators. **Applied Ergonomics**, v.44, n.2, p.210-214, 2013.

CUNHA, J.P.A.R.; DUARTE, M.A.V.; SOUZA, C.M.A. Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas. **Idesia**, v.30, n.1, p.25-34, 2012.

FILIP, N.L. CANDALE (2012). Researches regarding the noise conversion from tractor engine in order to reduce the intake manifold noise. **Aktualni Zadaci Mehanizacije Poljoprivrede**, v.40, n.1, p.141-147, 2012.

PIMENTA JUNIOR, C.G.; DELMOND, J.G.; CUNHA, J.P.B.; COUTO, R.F.; LEONÍDIO, D.M.; REIS, E.F. Análise espacial do nível de ruído emitido por trator agrícola. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2012, v.7, n.3, p.514-520.

RUAS, R.A.A.; MACHADO, L.G.; CAIXETA, L.F.; DEZORDI, L.R.; RUAS, S.R.C. Determinação do raio de afastamento seguro de acordo com apressão sonora produzida por um micro-trator. **Global science andt echnology**, v.4, n.1, p.124-130, 2011.

SHRIVASTAVA, A.K.; TEWARI, V.K.; SANTOSH, K. Effect of Exhaust Back Pressure on Noise Characteristic of Tractor Mufflers. **Ama-Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America**, v.45, n.1, p.79-83, 2014.

TOSIN, R.C.; LANÇAS, K.P.; ARAUJO, J.A.B. *Avaliação* do ruído no posto de trabalho em dois tratores agrícolas. **Revista energia na agricultura**, Botucatu, v.24, n.4, p.108-118, 2009.

YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; ROSSONI, D.F.; PONCIANO, P.F.; DE LIMA, R.R. Procedimento fuzzy aplicado à avaliação da insalubridade em atividades agrícolas. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.3, p.423-434, 2012.