XIV CONINCE
CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EDUVALE
CONSTRUINDO NOVOS TEMPOS
De 05 a 08 de Outubro
CTG Brasil
Faculdade EDUVALE

05 a 08 de outubro de 2021 – Avaré/SP

ENSAIO DE RUÍDO EM TRATOR AGRÍCOLA CABINADO

Aldir Carpes Marques Filho – UNESP – aldir.marques@unesp.br
Maykon Edson Dias Meira– FAEF – maykonedsondiasmeira@gmail.com
Kléber Pereira Lanças – UNESP – kplancas@unesp.br

ÁREA: CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RESUMO

A exposição constante a altos níveis de ruído pode causar problemas de saúde aos operadores de máquinas agrícolas. As máquinas equipadas com cabines fechadas podem atenuar os ruídos e preservar o operador de uma condição insalubre. Alguns trabalhos evidenciam que em tratores cabinados é possível renunciar ao uso de protetor auricular, entretanto, na realidade os equipamentos internos e o ar-condicionado podem atingir altos níveis de ruído, que necessitam ser melhor investigados. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o ruído emitido por um trator agrícola cabinado, em diferentes pontos, dentro e fora da cabine, nas rotações do motor de 800rpm, 2.180rpm e 2.500rpm. Em cada leitura foram coletados automaticamente cem valores de intensidade de ruído ao longo de dois minutos com o auxílio de um decibelímetro digital. Os resultados foram comparados com os níveis pressupostos pela norma regulamentadora NR 15, e verificou-se que a cabine foi capaz de isolar em 15% o ruído emitido pelo motor e seus componentes externos, entretanto, o ruído interno chegou a 81dB(A). Concluiu-se que mesmo em tratores cabinados a utilização de protetores auriculares se faz necessária para garantia das condições de saúde do operador.

PALAVRAS-CHAVE: Ergonomia; Operador de trator agrícola; Segurança do trabalho

INTRODUÇÃO

O operador de máquinas agrícolas pode ser afetado por condições insalubres de trabalho, estando sujeito à insolação, poeira, gases, vibração, insetos, defensivos agrícolas, altas temperaturas, e altos níveis de ruído. Entre os fatores que prejudicam a saúde do operador de tratores, o ruído é classificado como um dos principais (BAESSO et al., 2017;

MENEZES e PAULINO, 2004), pois propicia exposição constante desde o momento de acionamento da máquina até o final do trabalho.

Existem poucas pesquisas desenvolvidas para a análise de ruído em máquinas e suas consequências na saúde ocupacional (CUNHA e TEODORO, 2006). Baesso et al. (2017), verificaram em trabalho experimental de análise de ruído com 22 tratores agrícolas, que nenhum apresentou níveis inferiores à norma regulamentadora, considerando assim, que toda atividade com tratores não cabinados necessitam de sistema de proteção auricular.

A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) é um dos problemas de saúde laboral mais frequente em todo mundo. O desenvolvimento de patologias e as lesões causadas no aparelho auditivo é estabelecido pelo nível de som, tipo de frequência, tempo de exposição, potência do ruído e vulnerabilidade do operador. As lesões auriculares ocasionadas pelos altos níveis de ruído não apresentam resultados imediatos, e sim cumulativos (NORONHA et al., 2005). Os efeitos negativos do ruído não se resumem somente a audição, mas também sendo verificados distúrbios emocionais, fadiga, estresse e problemas cardiovasculares (SILVEIRA et al., 2007).

A norma regulamentadora de NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelece o limite de exposição ao ruído em função do tempo, sendo o valor de 85 dB(A) o nível máximo de ruído para uma jornada de 8 horas de exposição, assim, a depender do nível e intensidade a norma estabelece a necessidade de uso de protetores auriculares, e outros equipamentos de proteção individual (BRASIL, 2013).

Considerando que a cabine fechada de um trator pode não ser eficiente em isolar o operador dos ruídos, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o nível de ruído transmitido por um trator agrícola cabinado, nos pontos de operação dentro da cabine e, área externa periférica, sob diferentes regimes de rotação no motor, com vistas a comparar o nível de exposição com a legislação vigente.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral, no município de Garça/SP sob as coordenadas de latitude 22°13'6.91"S, longitude 49°40'59.60"O, altitude de 655m. Os ensaios foram realizados, de acordo com metodologia

padrão, em área aberta, livre de obstáculos de forma a evitar a influência dos ruídos ambientais no processo de coleta de dados.

Para monitoramento dos dados ambientais utilizou-se um termohigroanenômetro digital, modelo VA8021. A temperatura no momento dos ensaios estava em 21ºC; a umidade relativa igual a 41% e, a velocidade do vento em 1,2 m s^{-1}. Utilizou-se nos ensaios de emissão de ruído, um trator da marca John Deere, modelo 6110J, com potência de 81kW no motor, com 1915 horas de trabalho.

Os ensaios foram realizados com o trator ligado, em três rotações (acelerações) distintas do motor de 800rpm (mínima rotação em marcha lenta), 2180rpm (rotação nominal do motor) e 2500rpm (rotação máxima do motor). Em cada uma das rotações foram realizadas coletas com o decibelímetro dentro da cabine, à 0,2m do ouvido do operador (conforme NBR 9999) e, fora da cabine a 1, 2 e 3m de distância do trator nos quatro pontos cardeais. O ruído foi analisado através de um decibelímetro modelo DL – 4200, microprocessado, com protetor especial (IEC 61672, CLASSE 2). A coleta de dados e os pontos dos ensaios foram obtidos conforme metodologia descrita na norma NBR-9999 (ABNT, 1987).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 12 tratamentos, sendo compostos por 3 rotações no motor e 4 pontos de coleta no entorno do trator. Em todos os ensaios o trator estava estático, em cada ponto amostral, o tempo total para coleta dos dados foi de 2 minutos, obtendo-se o valor médio de 100 aquisições de ruído pelo decibelímetro, registradas automaticamente no software do dispositivo.

Os resultados obtidos em cada ponto foram comparados com a determinação da NR-15, que foi utilizada como parâmetro de definição do limite de ruído em cada posição. Os resultados médios, foram tratados através de estatística descritiva e paramétrica. Foi realizado teste de normalidade, análise de variância e, quando aplicável, o teste de Tukey à 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 os resultados obtidos em diferentes pontos de coleta no entorno do trator e no interior da cabine. Na Figura 1.a observa-se que os ruídos próximos ao ouvido do operador encontram-se em níveis próximos de 60dB(A) quando o trator se encontra à

800rpm no motor, entretanto, quando a rotação foi aumentada para 2180 e 2500rpm os níveis de ruído interno aumentaram significativamente. A Figura 1 a. indica que a maior intensidade do ruído é oriunda da faixa frontal do trator, fato que pode ser relacionado com o ruído do motor pela disposição frontal deste no trator. Os níveis de ruído com o motor em maiores rotações alcançaram 84dB(A), o que indica um valor próximo ao limite estabelecido pela norma NR-15.

Figura 1: Dispersão dos ruídos emitidos a 0,2m no interior da cabine (a); 1m(b); 2m(c) e 3m(d) na área externa nos diferentes pontos do trator.

Na Figura 1 evidencia-se a correlação positiva entre o aumento da rotação do motor com o aumento no nível de ruído em todos os pontos avaliados. Os dados colaboram com os obtidos por Alves et al. (2011) e Andrade, Santos e Sartori (2017). A NR-15 descreve que o valor limite permitido para exposição diária, em 8 horas de trabalho, não pode ultrapassar 85 dB(A), portanto, o ruído na área interna não ultrapassou o limite, mas chegou próximo a este.

Na rotação de 800rpm o ruído não ultrapassou 85dB(A), em qualquer dos pontos avaliados, indicando que o trator em marcha lenta, sem aceleração, não oferece risco laboral de acordo com a normativa do ministério do trabalho e emprego. Todavia, nas rotações de 2180 e 2500 rpm foram emitidos ruídos que ultrapassam os limites desejáveis, nestes casos a exposição dos trabalhadores não pode ser maior do que 2 horas e 40 minutos e 1 hora e 15 minutos, respectivamente, respeitando-se os limites dados pela NR 15 e tornando obrigatório o uso de protetores auriculares nessas situações. Os resultados colaboram com os obtidos por Oliveira et al. (2020).

Os resultados desta pesquisa corroboram com os de Cunha e Teodoro (2006), que analisando os níveis de potência sonora em função do raio de afastamento em tratores sob diferentes rotações do motor, constataram que os níveis de potência sonora perdiam a intensidade na medida em que se distanciava o decibelímetro das máquinas, porém, encontraram valores superiores aos recomendados mesmo a distâncias superiores a 10m.

Os resultados obtidos nesta pesquisa apresentaram pouca variação até 3 metros, porém é importante destacar que a escala de decibéis dB(A) é logarítmica, o que permite inferir a diferenciação em cada diferencial de unidades obtido. Os resultados obtidos para este modelo de trator foram semelhantes aos verificados por Baesso et al. (2017).

A Tabela 1 apresenta o resultado do teste de médias do ruído em cada distanciamento do trator.

Tabela 1: Teste de médias para o ruído apresentado dB(A) no ambiente interno à cabine e em diferentes afastamentos do trator (1, 2 e 3m) em área externa.

	A. Interna		A. Externo					
	0,2m		1m		2m		3m	
rpm	ṁ dB(A)	Teste	ṁ dB(A)	Teste	ṁ dB(A)	Teste	ṁ dB(A)	Teste
800	63,49	Bc	75,12	Ba	73,12	Bab	70,75	Bb
2180	79,87	Ac	89,87	Aa	89,62	Aa	84,62	Ab
2500	81,12	Ac	92,75	Aa	90,12	Aab	87,75	Ab
C.V. (%)	4,65		6,49		6,76		7,12	

**Letras maiúsculas iguais indicam médias iguais nas colunas ($p<0,05$); Letras minúsculas iguais indicam médias iguais nas linhas ($p<0,05$).

Em termos absolutos a redução do ruído apresenta-se em até 15% no interior da cabine em relação ao ambiente externo, mostrando a eficácia da cabine em reduzir o ruído ao operador. Os valores médios de ruído nas rotações de 2180 e 2500 não apresentaram diferença estatística, confirmando a tendência dos dados observada na Figura 1. As menores médias observadas foram desenvolvidas na rotação de 800rpm, com diferenciação em relação às demais rotações do motor.

A utilização de equipamentos de proteção individual é fundamental para preservar a integridade física dos operadores de máquinas e deve ser utilizado em curtas distâncias de trabalho destas (DAMASCENO et al., 2019; POJE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2020), mesmo que os níveis no interior da cabine tenham alcançado níveis abaixo dos valores críticos recomendados pela norma NR15, de forma preventiva recomenda-se a utilização de equipamento de proteção individual (BAESSO et al., 2017) em todas as operações com tratores agrícolas.

CONCLUSÃO

A cabine permite redução de até 15% do ruído externo, entretanto, em regimes de trabalho que exigem altas rotações no motor, o ruído interno aproxima-se do limite máximo de exposição, indicando que mesmo no interior da cabine o operador necessita utilizar o protetor auricular.

O ruído apresenta relação positiva com o aumento de rotação do motor. O trator em regime de marcha lenta não apresenta níveis de ruído prejudiciais em nenhum dos pontos avaliados. Todavia, a partir da rotação de 2180rpm os níveis de ruído externo apresentam riscos aos operadores no ambiente periférico da máquina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.D.S. et al. Níveis de potência sonora emitidos por trator agrícola em condições estáticas e dinâmicas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 110-119, 2011.

ANDRADE, M.; SANTOS, P.; SARTORI, J. Avaliação de parâmetros ergonômicos: ruído e temperatura no posto operacional de tratores agrícolas. **Convergências**: Revista de Investigação e Ensino das Artes., v.10, n.19, p.1-6, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9999**; medição do nível de ruído, no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro: 1987.

BAESSO, M. M.; MODOLO, A. J.; BAESSO, R. C. E.; FISCHER, C. Níveis de ruído emitidos por tratores agrícolas. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v.11, n.3, p.229-238, 2017.

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: 10 dez. 2020.

CUNHA, J. P. A. R.; TEODORO, R. E. F. Avaliação do nível de potência sonora em derriçadores e pulverizadores motorizados portáteis utilizados em lavouras de café. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 71-77, 2006.

DAMASCENO, F. A.; SOARES, C. M.; OLIVEIRA, C. E. A.; ARAÚJO, G.; FERRAZ, S.; SARAZ, J. A. O. Avaliação do nível de ruído emitido por um trator agrícola acoplado a uma colhedora de milho. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.27, n.5, 412-419, 2019.

MENEZES, J. S. R., PAULINO, N. J. A. Efeitos do Ruído no Organismo: **Manual de Avaliação e Controle do Ruído**. 3ª Ed. LTr. p. 62-72. São Paulo. 2004.

NORONHA, E. H.; TRAVAGLIA FILHO, U. J.; GARAVELLI, S. L. Quantificação dos níveis de ruídos num estande de tiros da PM do Distrito Federal. **Humanitates**, Brasília, DF, v. 1, n. 3, 2005.

OLIVEIRA, G. S. A.; DE OLIVEIRA JÚNIOR; G. G.; REZENDE, R. N.; DE RAMOS, L. E.; RAMOS, J. A.; RAMIRIO, L. D.; COUTINHO, P. R. Variabilidade Espacial do Nível de Ruído em um Conjunto Trator-Pulverizador sob Diferentes Rotações no Cafeeiro. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.11, p.86094-86101, 2020.

POJE, A.; POTOCNIK, I.; DANILOVIC, M.; ANTONIC, S. A Case Study of the Impact of skidding distance on tractor operator exposure to noise. **Baltic Forestry**, v. 22, n.2, p. 357-364, 2016.

SILVEIRA, J. C. M. Níveis de ruído em função do raio de afastamento emitido por diferentes equipamentos em uma oficina agrícola. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 66- 74, 2007.