

NÍVEIS DE RUÍDO NO POSTO DE OPERAÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS

TIAGO P. DA S. CORREIA¹, MAYARA RAPHAELLA S. LINS², WESLEY
MATHEUS T. F. CORDEIRO², ARTHUR GABRIEL C. LOPES³, ISABELA D. DE
SOUZA², KAMILLA S. SIMÃO²

¹ Eng^o Agrônomo, Univ. de Brasília/Faculdade de agronomia e med. veterinária, (61)982251418, tiagocorreia@unb.br

² Graduanda(o) em agronomia, Univ. de Brasília/Faculdade de agronomia e med. veterinária

³ Mestrando em agronomia, Univ. de Brasília/Faculdade de agronomia e med. veterinária, arthur.grb10@gmail.com

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: As condições de trabalho com máquinas agrícolas, incluindo ruídos, são fatores determinantes para a produtividade, saúde e qualidade de vida do operador. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os níveis de ruídos no posto de operação de diferentes tratores agrícolas, determinando a máxima exposição diária permissível para seus operadores conforme norma regulamentadora vigente no Brasil. O ensaio foi realizado no Laboratório de mecanização agrícola da Universidade de Brasília. Foram utilizados cinco tratores das classes de potência I, II, III e IV. O nível de ruído (*Nr*) emitido pelos tratores foi determinado conforme NBR 9999, sendo utilizado um decibelímetro Instrutherm DEC-350. Os dados foram coletados nas condições de 1500, 1800, 2000 e 2200 rpm no motor de cada trator, sendo realizadas quatro repetições com 10 leituras de NR cada. Os dados obtidos foram confrontados com a NR15. Somente tratores classe IV, independentemente das rotações estudadas, e tratores classe III a 1500 rpm, apresentaram *Nr* inferiores a 85 dB e máxima exposição diária permissível superior a oito horas pela NR15.

PALAVRAS-CHAVE: máquinas agrícolas, ergonomia, segurança do trabalho

NOISE LEVEL AT THE PLACE OF OPERATION OF AGRICULTURAL TRACTORS

ABSTRACT: Working conditions with agricultural machinery, including noise, are determining factors for the operator's productivity, health and quality of life. Therefore, the objective of the work was to evaluate the noise levels at the operating station of different agricultural tractors, determining the maximum allowable daily exposure for its operators, according to the current regulatory standard in Brazil. The test was carried out at the Agricultural Mechanization Laboratory at the University of Brasília. Five power class I, II, III and IV tractors were used, according to classification according to ANFAVEA (2019). The noise level (*Nr*) emitted by the tractors was determined according to NBR 9999 (ABNT, 1987), using an Instrutherm DEC-350 decibel meter. The data were collected in the conditions of 1500, 1800, 2000 and 2200 rpm in the engine of each tractor, with four repetitions with 10 readings of NR each. The data obtained were compared with the NR15 (BRASIL, 2015). Only class IV tractors, regardless of the studied speeds, and class III tractors at 1500 rpm, presented *Nr* below 85 dB and maximum permissible daily exposure greater than eight hours by NR15.

KEYWORDS: agricultural machinery, ergonomics, work safety

INTRODUÇÃO: De acordo com Baesso et al. (2017), quando o sistema homem-máquina é ineficaz o operador pode ser exposto à elevada carga de trabalho, física e/ou mental, ocasionando perda na produtividade e na qualidade do trabalho, aumentando a ocorrência de acidentes e o desenvolvimento de doenças ocupacionais. A principal preocupação com ergonomia é no sentido de melhorar a condição do trabalhador, relacionando maior produtividade e qualidade dos produtos através da interação adequada entre homem e máquina (FILIP; CANDALE, 2012).

Entre os fatores ergonômicos que prejudicam os operadores de máquinas agrícolas, o ruído é um dos principais (BAESSO et al., 2017). Visando segurança no trabalho do operador de máquinas agrícolas a Associação Brasileira de Normas Técnicas estabelece os níveis de ruído para o conforto acústico e a máxima exposição diária permissível em jornadas de oito horas, visando segura à saúde auditiva do operador.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar os níveis de ruídos no posto de operação de diferentes tratores agrícolas, determinando a máxima exposição diária permissível para seus operadores conforme norma regulamentadora vigente no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS: O ensaio foi realizado em novembro de 2019 no Laboratório de mecanização agrícola da universidade de Brasília (LAMAGRI), situado na Fazenda experimental água limpa, em Brasília/DF. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos pelas classes I, II, III e IV de potência de tratores, conforme ANFAVEA (2019). Cada tratamento foi submetido às rotações de 1500, 1800, 2000 e 2200rpm no motor.

Os dados de nível de ruído (Nr) foram coletados no posto de operação de cinco exemplares de tratores por classe de potência, estando eles em deslocamento a 5 km h^{-1} sobre terreno plano e solo duro. Conforme metodologia descrita na NBR9999 (ABNT, 1987), os dados foram obtidos utilizando um decibelímetro marca Instrutherm, modelo DEC-350, faixa de medição de 30 a 130 decibel (dB), microfone de eletreto com protetor de vento, configurado no circuito de resposta lenta e de equalização "A", posicionado próximo ao assento do posto de operação de cada trator, em altura próxima ao ouvido do operador e na direção da fonte sonora de maior intensidade.

Foram realizadas quatro repetições com 10 leituras de Nr cada, espaçadas regularmente em 10 segundos uma da outra.

Os dados obtidos foram submetidos a modelo estatístico de análise de regressão não-linear, sendo obtidos e observados os coeficientes de determinação do modelo escolhido. As médias obtidas foram comparadas com os limites máximos permissíveis de exposição do operador aos ruídos, determinados pela norma regulamentadora NR15, anexo I (BRASIL, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As equações e coeficientes de determinação (R^2) da regressão são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Equações polinomiais e coeficientes de determinação (R^2) para linhas de tendência do nível de ruídos de tratores agrícolas de diferentes classes de potência em diferentes regimes de rotação do motor.

Classe de potência	Equação	R^2 da equação
I	$y = -0,07x^2 + 0,976x + 87,53$	0,9996
II	$y = -0,235x^2 + 2,717x + 83,94$	0,9775
III	$y = -1,115x^2 + 8,215x + 74,825$	0,9849
IV	$y = 0,22x^2 + 0,544x + 74,915$	0,9718

R^2 : coeficiente de determinação. y = nível de ruído. x = rotação do motor.

Conforme Tabela 1, os coeficientes de determinação (R^2 da equação) demonstraram que o modelo estatístico utilizado foi perfeitamente explicativo e ajustado às amostras de dados de ruído em função da rotação do motor de cada classe de trator, sendo 0,9718 o menor valor de R^2 obtido, indicando que a variável dependente consegue ser explicada pelos regressores presentes no modelo.

Os resultados de Nr são apresentados na Figura 1, e indicam aumento progressivo conforme aumenta a rotação do motor dos tratores.

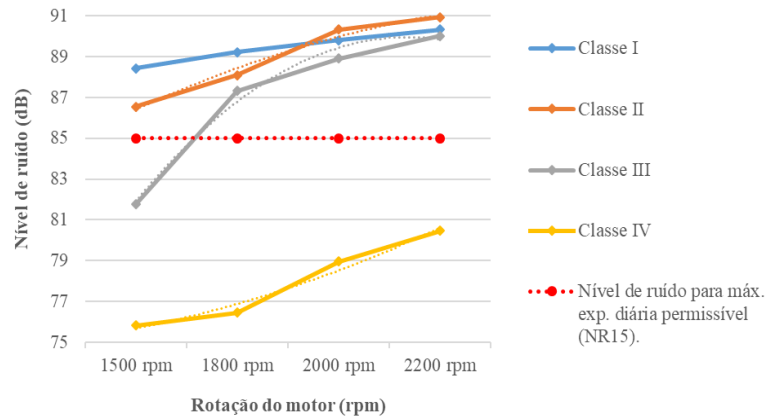


FIGURA 1. Nível de ruídos emitidos por tratores agrícolas das classes de potência I, II, III e IV em diferentes regimes de rotações do motor.

Os resultados indicam Nr crescente com o aumento da rotação do motor, independentemente da classe de potência do trator. O resultado corrobora com Alves et al. (2011), que ao ensaiarem diversos tratores concluíram que a variação crescente de rotação dos motores tende a gerar níveis de ruído acima do recomendado pela NR15.

Na menor rotação (1500rpm) as classes III e IV apresentaram Nr inferior a 85 dB, considerado pela NR15 (BRASIL, 2015) como o limite máximo permissível para exposição durante oito horas diárias. Na referida rotação os Nr das classes I e II foram respectivamente 4 e 1,6% maiores que 85 dB.

Em rotações de 1800, 2000 e 2200rpm, somente a classe IV apresentou níveis de ruído inferior a 85 dB. Na maior rotação (2200rpm) as classes I, II e III apresentaram Nr 6,2; 6,9 e 5,8% maiores que 85 dB.

Menores Nr no posto de operação da classe IV podem ser compreendidos devidos os exemplares de tratores serem equipados com plataforma e cabine fechada. Essa característica permite maior vedação acústica dos ruídos emitidos pelo motor e seus sistemas complementares.

Considerando os resultados da Figura 1 e a NR15 Anexo I (BRASIL, 2015), a máxima exposição diária permissível do operador ao Nr são apresentados na Figura 2.

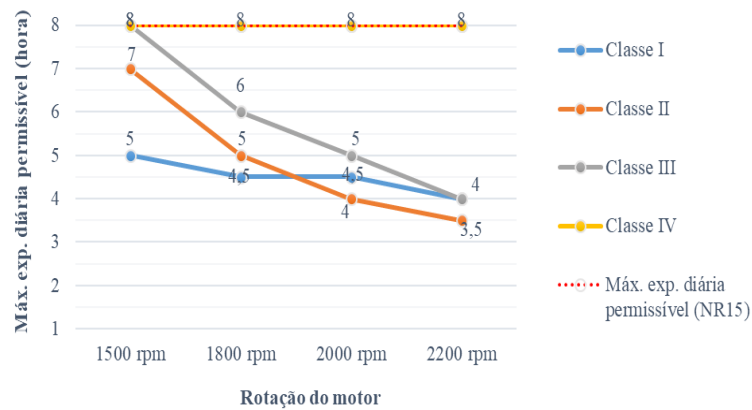


FIGURA 2. Máxima exposição diária permissível ao ruído no posto de operação dos tratores das classes de potência I, II, III e IV em diferentes regimes de rotações do motor.

A 1500rpm somente as classes III e IV apresentam N_r para até oito horas de máxima exposição diária permissível do operador. As classes I e II a exposição diária máxima permissível do operador reduz para cinco e sete horas respectivamente, sendo jornadas 37,5 e 12,5% menores que a máxima permissível de oito horas nas classes III e IV.

Nas rotações de 1800, 2000 e 2200rpm, somente a classe IV apresenta N_r para oito horas de máxima exposição diária permissível. As classes de potência I, II e III, possuem N_r maiores e conseqüente devem ser reduzidos os períodos de máxima exposição diária permissível do operador. A 1800rpm as máximas exposições diárias permissíveis ao ruído para as classes I, II e III são respectivamente 43,7; 37,5 e 25% menores que oito horas permissíveis na classe IV. A 2000rpm as reduções da máxima exposição permissível são de 50; 43,7 e 37,5% para as classes II; I e III respectivamente, e a 2200rpm os valores reduzem 56,2% na classe I e 50% nas classes II e III.

CONCLUSÕES: Somente tratores da classe IV, independente das rotações estudadas, e tratores da classe III a 1500 rpm, apresentaram $N_{ruído}$ inferiores a 85 dB e máxima exposição diária permissível superior a oito horas pela NR15.

REFERÊNCIAS:

- ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da indústria automobilística brasileira de 2019**. São Paulo, SP, 2019. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuarios.html>>. Acesso em: Dez. 2019.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Medição do nível de ruído, no posto de operação, de tratores e máquinas agrícolas - Procedimento ABNT NBR 9999:1987**. Brasília, DF, 12p. 1987.
- BRASIL. Secretaria de Trabalho/Ministério da Economia. **Normas regulamentadoras N° 15 - Atividades e Operações insalubres**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: Dez. 2019.
- BAESSO, M.M.; MODOLO, A.J.; BAESSO, R.C.E.; FISCHER, C. Níveis de ruído emitidos por tratores agrícolas. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Pirassununga, SP, v.11, n.3, p.229-238, 2017.
- FILIP, N.; CANDALE, L. Researches regarding the noise conversion from tractor engine in order to reduce the intake manifold noise. **Aktualni Zadaci Mehanizacije Poljoprivrede**, v.40, n.5, p.141-147, 2012.