

CAPÍTULO 05

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO DE UM TRATOR AGRÍCOLA EM FUNÇÃO DO RAIÃO DE AFASTAMENTO E ROTAÇÃO DO MOTOR

Victor Lucas Fernandes

Mestrando em Modelagem Computacional e Sistemas Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES Campus Universitário Prof. Darcy Ribeiro
Av. Prof. Rui Braga, s/n -Vila Mauricéia, 39401-089, Montes Claros
victorlucasfernandes@hotmail.com

Marcel Veloso Campos

Doutor em Engenharia Elétrica Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES
Campus Universitário Prof. Darcy Ribeiro
Av. Prof. Rui Braga, s/n -Vila Mauricéia, 39401-089, Montes Claros, MG, Brasil
marcel.veloso@unimontes.br

Luiz Henrique de Souza

Doutor em Engenharia Agrícola Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Av. Universitária, 1000 - Universitário, 39404-547, Montes Claros, MG, Brasil
lhesouza@yahoo.com.br

João Francisco da Silva Filho Bacharel em Engenharia Elétrica Funorte
Av. Osmane Barbosa, 11.111 - JK, 39404-006, Montes Claros, MG, Brasil
joaofrancisco1984@hotmail.com

Fernando Colen

Doutor em Agronomia Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Av. Universitária, 1000 - Universitário, 39404-547, Montes Claros, MG, Brasil
fernandocolenufmg@gmail.com

RESUMO: Os ruídos emitidos por máquinas agrícolas podem causar danos de saúde aos trabalhadores quando estes são submetidos a longos períodos de exposição de ruído. Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o nível de ruído emitido por um trator agrícola em função do raio de afastamento e da rotação do motor, e comparar os resultados com os limites estipulados pelas normas vigentes no Brasil. Desta forma, foi realizado um experimento na Universidade Federal de Minas Gerais, campus regional de Montes Claros, em um local plano, sem obstáculos. A fonte de ruído foi um trator agrícola modelo TL.75E da marca New Holland sob o regime de três rotações: 750, 1900 e 2400 rpm. O ruído foi mensurado por meio de um decibelímetro marca Skill-Tec modelo Skdec-01 e o raio de afastamento foi definido por dez pontos espaçados de forma equidistante de um metro, sendo o primeiro ponto medido próximo ao operador do trator agrícola. O nível de ruído foi maior quando o trator agrícola foi operado na rotação de 2400 rpm, sendo observado um valor de 93,5 dB e 75,6 dB para o primeiro e o último ponto, respectivamente. Com base nos resultados, verifica-se a existência de situações de desconforto e possivelmente insalubres em uma porcentagem considerável dos testes realizados, de forma que a pertinência do tema foi ratificada e mostra-se a necessidade da utilização de um abafador de ruído.

PALAVRAS-CHAVE: Mecanização Agrícola; Cabine De Trabalho; Ergonomia.

ABSTRACT: Noise emitted by agricultural machinery can cause health damage to workers when they are subjected to long periods of noise exposure. Therefore, the present work aimed to evaluate the noise level emitted by an agricultural tractor as a function of the distance radius and engine rotation, and to compare the results with the limits stipulated by the current regulations in Brazil. Thus, an experiment was carried out at the Federal University of Minas Gerais, regional campus of Montes Claros, in a flat location, without obstacles. The source of noise was a New Holland model TL.75E agricultural tractor under three rotations: 750, 1900 and 2400 rpm. The noise was measured using a Skill-Tec decibel meter, model Skdec-01, and the distance radius was defined by ten points spaced equidistantly from one meter, the first point being measured close to the operator of the agricultural tractor. The noise level was higher when the agricultural tractor was operated at a rotation of 2400 rpm, with a value of 93.5 dB and 75.6 dB being observed for the first and last points, respectively. Based on the results, it is verified the existence of uncomfortable and possibly unhealthy situations in a considerable percentage of the tests performed, so that the relevance of the topic was ratified and the need to use a noise muffler is shown.

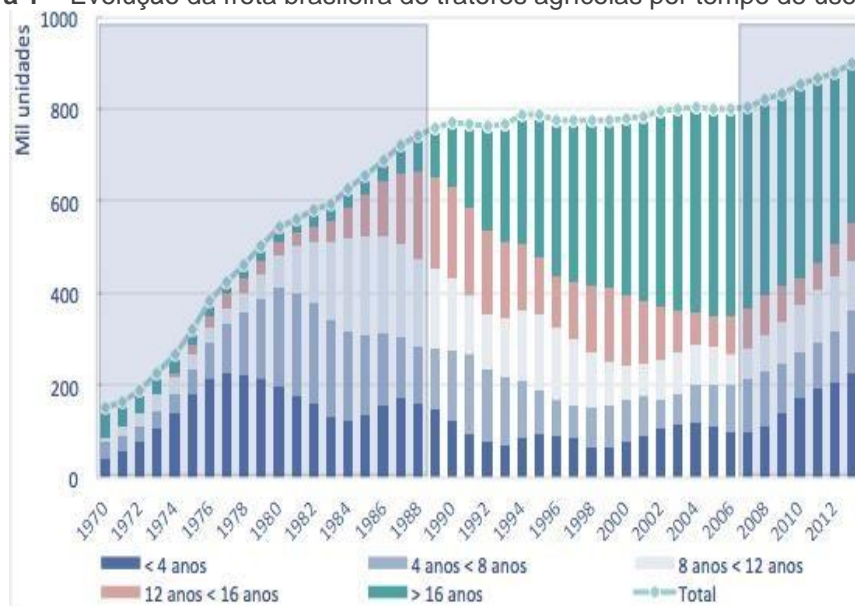
KEYWORDS: Agricultural Mechanization; Work Cabin; Ergonomics.

1. INTRODUÇÃO

A implementação da mecanização agrícola, como demonstra a figura 1, revela que tal prática é de suma relevância na agricultura moderna, proporcionando a substituição do trabalho manual e animal pelo auxílio de máquinas modernas em atividades como preparo de solo, adubação, semeadura e colheita, contribuindo para uma elevação na produtividade em cultivos de áreas cada vez maiores (SANTOS FILHO *et al.*, 2004).

Entretanto, a utilização dessas tecnologias pode trazer alguns fatores inconvenientes do ponto de vista ergonômico. Os operadores de máquinas, por exemplo, se submetem a várias situações de risco, dentre elas, a exposição em níveis de ruído elevado, oriundos dos tratores, o que pode ocasionar significativa influência na produtividade dos tratoristas nas atividades agrícolas.

Figura 1 – Evolução da frota brasileira de tratores agrícolas por tempo de uso do veículo



Fonte: Céleres (2014).

Entretanto, a utilização dessas tecnologias pode trazer alguns fatores inconvenientes do ponto de vista ergonômico. Os operadores de máquinas, por exemplo, se submetem a várias situações de risco, dentre elas, a exposição em níveis de ruído elevado, oriundos dos tratores, o que pode ocasionar significativa influência na produtividade dos tratoristas nas atividades agrícolas.

Sendo assim, segundo Dewangan, Prasanna e Tewari (2005), o projeto dessas

máquinas deve visar o aperfeiçoamento da relação homem-máquina e não apenas a redução de custos de produção e equipamento, melhorando assim, as condições de trabalho e o conforto do operador e, proporcionando um sistema de produção mais eficaz nos contextos técnico, social e econômico.

Segundo Seidman e Strandring (2010) o ruído é definido como um som indesejado ou um arranjo de sons que tem efeitos hostis na saúde, efeitos esses que podem se manifestar na forma de danos psicológicos ou fisiológicos por meio de uma variedade de mecanismos.

Seus efeitos danosos à saúde não se resumem apenas à audição, também podem provocar distúrbios emocionais, cardiovasculares e fadiga, sendo que níveis de ruído elevado geralmente prejudicam a concentração mental, compromete a capacidade de execução de tarefas que exigem concentração ou precisão, e mesmo velocidade de movimentos (MINETTI *et al.*, 1998).

Segundo Cunha e Teodoro (2006), entre os fatores ergonômicos que prejudicam os operadores de máquinas agrícolas, o ruído é um dos principais, e para piorar a situação, existem poucos trabalhos desenvolvidos para a avaliação desse parâmetro e suas implicações na saúde ocupacional.

O Ministério do Trabalho disponibiliza diretrizes a serem seguidas no que diz respeito à exposição de ruído no ambiente de trabalho. Essas diretrizes estão expressas por meio de três normas regulamentadoras a saber: NR 6 que se refere ao uso dos equipamentos de proteção individual, NR 7 que tem como objetivo preservar a saúde dos trabalhadores por meio dos programas de controle médico de saúde ocupacional nos quais se incluem os exames audiométricos, e a NR 15 que trata das operações e atividades insalubres e estabelece limites de tolerância relativos à exposição diária permissível de ruído conforme se observa na Tabela 1.

Tabela 1 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

NÍVEL DE RUÍDO [dB (A)]	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 40 minutos
97	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

Fonte: BRASIL (2020).

A NR 15 indica uma exposição de 85 dBA como sendo prejudicial numa jornada de trabalho de 8 horas, no entanto, cabe destacar que ruído superiores a 75 dBA, já se tornam um fator de desconforto para qualquer atividade ou situação, havendo perda significativa da compreensibilidade da fala, compromete a comunicação e ocasiona irritabilidade, distrações e conseqüentemente, perda da produtividade (Brasil, 2021).

A NBR ISO 5131:2017 é uma das normas mais relevantes no contexto de ruído de tratores e máquinas agrícolas. Tem o intuito de definir critérios de medição da emissão de ruído, como também estima o risco para o trabalhador que se encontra em tal situação (ABNT, 2017).

Segundo Fernandes (1991), as normas brasileiras estabelecidas para delimitar a exposição ocupacional ao ruído são mais rígidas que as normas de diversos países como Japão, Austrália e Canadá que estabelecem um limite de 90 dBA para uma carga horária de 8 horas de exposição.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o nível de ruído emitido por um trator agrícola, em função do raio de afastamento e da rotação do motor, mediante medição *in loco* e comparar os resultados com os limites estipulados pelas normas vigentes no Brasil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho desenvolvido possui caráter experimental e foi conduzido na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro – FEHAN, da Universidade Federal de Minas Gerais – campus Montes Claros/MG. Utilizou-se um trator agrícola da marca New Holland modelo TL75E nas rotações de 750, 1900 e 2400 rpm.

O local onde se realizou o teste é plano e, não possui obstáculos que poderiam ocasionar deflexão do som ou amplitudes vibratórias não condizentes. O ruído foi determinado através de um decibelímetro da marca Skill-Tec modelo Skdec-01 constituído por um transdutor, filtros de ponderação, retificadores, amplificadores, um galvanômetro e um mostrador que expressa o nível de ruído em dBA.

Os níveis de ruído emitido pelo trator em suas diferentes rotações foram estabelecidos em concordância com a NBR ISO 5131:2017 que determina as diretrizes para a medição de ruído em tratores, bem como simula os efeitos do mesmo nostratoristas.

Foram realizadas 10 leituras de níveis de ruído para cada uma das rotações pre estabelecidas do motor, definidas pelo grau de afastamento, sendo o primeiro ponto de medição próximo ao tratorista e os demais pontos espaçados igualmente em uma distância de 1 metro medida com o auxílio de uma trena (Figura 2), chegando a um raio de afastamento final de 9 metros.

Figura 2 – Medição do raio de afastamento.



Fonte: Autoria Própria.

Realizou-se então a avaliação dos resultados obtidos, considerando o nível médio de ruído para cada rotação, bem como os valores unitários, confrontando com as de limitações impostas pelas normas vigentes no Brasil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 2 observa-se os níveis de ruído emitidos pelo trator nas rotações 750, 1900 e 2400 rpm. Os testes foram realizados sob condições descritas na NBR ISO 5131:2017.

Constata-se através dos resultados que a emissão de ruído foi maior quando o trator agrícola trabalhou na rotação de 2400 rpm, de forma que os níveis de ruído aferidos nessa rotação se encontram inadequados para uma taxa de afastamento de até 4,0 m da cabine do trator, ou seja, em não conformidade para uma exposição diária de 8 horas do tratorista, conforme a NR 15.

O nível médio de ruído apresentado para essa rotação foi de 84,61 dBA com desvio padrão de 5,62, valor bem próximo do limite estipulado em norma, e o nível de ruído ao qual o operador se expõe permitiria uma carga horária de apenas 2 horas e 15 minutos diários.

Tabela 2 – Valores obtidos no teste.

Rotação (rpm)	Nível de ruído (dBA)										Média	DP
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
750	74,1	72,4	69,9	68,3	67,7	65,4	64	62,3	59,9	58,5	66,25	4,91
1900	88,4	86,2	84,5	83,5	82,3	79,9	76,7	74,4	73,3	71	80,02	5,61
2400	93,5	91,7	89,2	87,3	85	83,9	82,4	79,9	77,6	75,6	84,61	5,62
Afastamento (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-

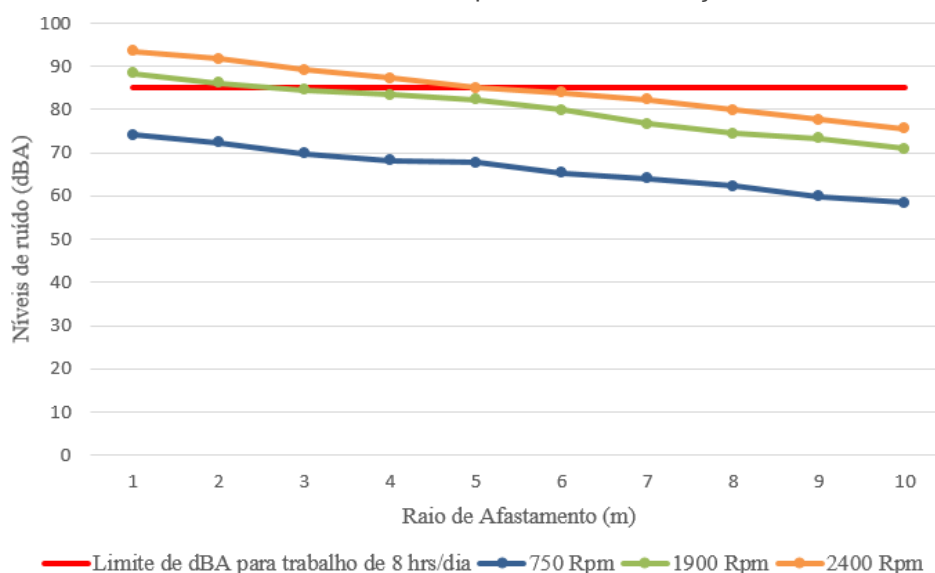
Fonte: Autoria Própria.

Verifica-se que para a rotação de 750 rpm, o nível de ruído se encontra dentro dos limites de exposição observados na NR 15.

Na rotação de 1900 rpm observa-se que os níveis de ruído aferidos até o raio de afastamento de 1 metro são superiores ao limite de 85 dB, e o valor encontrado no raio de afastamento de 2 metros se aproxima desse limite, o que pode ao longo do tempo provocar problemas auditivos.

A figura 3, apresenta o comportamento da propagação de ruído do trator agrícola em suas diferentes rotações em função do raio de afastamento, isto é, de zero a nove metros.

Figura 3. Valores dos níveis de ruído emitidos pelo trator nas rotações de 750, 1900 e 2400 rpm



Fonte: Autoria Própria.

Em comparação com outros estudos realizados, observa-se uma concordância considerável de valores e resultados encontrados neste. Fernandes (1991) ao realizar a avaliação do nível de ruído de um trator de porte semelhante ao utilizado neste estudo, encontrou um valor médio de 95,1 dBA dentro da cabine do trator, que se

encontrava em condições reais de trabalho e com uma rotação de 2200 rpm.

Silveira *et al.*, (2007) em estudo a respeito dos níveis de ruído em função do raio de afastamento observaram resultado médio de 92,47 dBA para as onze medidas realizadas a cada metro em um raio de 0 a 10 metros, com rotação de 2300 rpm em trator sem cabine, valor similar ao encontrado neste trabalho com rotação de 2400 rpm.

De maneira geral observa-se que em 23,33% dos testes os valores encontrados foram maiores ou iguais ao limite estipulado para uma carga horária diária de 8 horas, de forma que se constata uma possível condição de insalubridade no processo, sendo necessário a adoção dos devidos equipamentos de proteção para que a situação fique em conformidade com as condições legais de trabalho.

Assim sendo, como forma de solucionar esse problema, o presente trabalho sugere a utilização do abafador de ruído.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise dos resultados obtidos, foi possível concluir que o tratorista está exposto a níveis de ruído desconfortáveis em todas as rotações analisadas, sendo que nas rotações superiores a 1900 rpm observa-se a existência de condição insalubre.

Há também uma exposição significativa ao ruído para os trabalhadores em um raio próximo ao trator, sendo observados alguns valores acima do limite de conforto, principalmente no trabalho em altas rotações, o que pode influenciar diretamente na produtividade do processo e também na saúde dos trabalhadores expostos.

Ademais, a ocorrência considerável de situações de desconforto nos resultados obtidos ratificam a pertinência do tema e a necessidade de estudos futuros para estabelecer medidas de controle da emissão de ruído, atuando diretamente na fonte emissora ou protegendo o operador e as demais pessoas que venham a ser expostas a essas situações, analisar a influência de fatores externos na emissão e propagação dessas ondas sonoras, com a finalidade de promover melhores condições aos tratoristas e aos trabalhadores expostos à essa situação.

REFERÊNCIAS

ABNT. Norma técnica ABNT NBR ISO 5131:2017. ABNT Catálogo. 2017. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=366418>>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 6 – NR6. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-06.pdf/view>>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 7- NR7. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-7-nr-7>>

BRASIL. Ministério do Trabalho e do Emprego. Norma Regulamentadora 15- NR15. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15.pdf/view>>

CÉLERES. Evolução da frota brasileira de tratores agrícolas por tempo de uso do veículo, em mil unidades. 2014. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/o-setor-de-maquinasagricolas-no-brasil-evolucao-nos-ultimos-anos-e-perspectivas/http://site.celeres.com.br/wp-content/uploads/2014/11/figura1.jpg>>

CUNHA, J. P. A. R.; TEODORO, R. E. F. Avaliação do nível de ruído em derrçadores e pulverizadores motorizados portáteis utilizados em lavouras de café. Bioscience Journal, v. 22:71-77, 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6363>>

DEWANGAN, K. N.; PRASANNA-KUMAR, G. V; TEWARI, V. K. Noise characteristics of tractors and health effect on farmers. Applied Acoustics, London, v. 66,n. 9, p. 1049-1062, 2005. Disponível em: <10.1016 / j.apacoust.2005.01.002>

FERNANDES, João Candido. Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador. 1991. 172 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1991. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101842>>

MINETTI, L. J.; SOUZA, A.P.; MACHADO, C.C.; FIEDLER, N.C.; BAËTA, F.C. Avaliação dos efeitos do ruído e da vibração no corte florestal com motosserra. Revista Árvore. Viçosa, v.22, n.3, p.325-330, 1998. Disponível em: <<https://www.scienceopen.com/document?vid=298af931-da7e-4860-aa00-5cfd20c9cb3c>>

SANTOS FILHO, P. F. D.; FERNANDES, H. C.; QUEIROZ, D. M. D.; SOUZA, A. P. D.; CAMILO, A. J. 2004. Utilização de um sistema de aquisição automática de dados para avaliação dos níveis de ruído de um trator agrícola de pneus. Revista Árvore, 28, 381-386. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000300009>>

SEIDMAN, M. D.; STANDRING, R. T. Ruído e qualidade de vida. Jornal internacional

de pesquisa ambiental e saúde pública, v. 7, n. 10, pág. 3730-3738, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijerph7103730>>

SILVEIRA, João Cleber Modernel; FERNANDES, Haroldo Carlos; RINALDI, Paula Cristina Natalino; MODOLO, Alcir José. Níveis de ruído em função do raio de afastamento emitido por diferentes equipamentos em uma oficina agrícola. Engenharia na agricultura, v. 15, n. 21, p. 66-74, 2007.