

**NÍVEIS DE POTÊNCIA SONORA EMITIDOS POR UM TRATOR  
AGRÍCOLA, EM CONDIÇÃO ESTÁTICA, ACIONANDO UMA  
RECOLHEDORA TRILHADORA DE FEIJÃO E UMA  
TRILHADORA ESTACIONÁRIA**  
***SOUND POWER LEVELS EMITTED BY AN AGRICULTURAL TRACTOR  
UNDER STATIC CONDITIONS DRIVING A BEAN PICKER AND A  
STATIONARY PICKER***

Ramon Guimarães Lima<sup>1</sup>

Luiz Henrique de Souza<sup>2</sup>

Victor Lucas Fernandes<sup>3</sup>

**Resumo:** Este estudo objetivou avaliar os níveis de potência sonora emitidos por um trator agrícola, em condição estática, acionando uma recolhedor trilhadora de feijão e uma trilhadora estacionária. Coletaram-se os níveis de potência sonora próximos ao ouvido dos trabalhadores e espaçados de 1 a 10 m do assento do trator nos lados esquerdo, direito, frontal e traseiro. Foram realizadas 5 leituras em cada ponto conforme a Norma NR-15. Caso a dispersão das leituras excedesse a 3 dB(A), outra medição era realizada até que as leituras se limitassem a essa dispersão. Foram ajustadas equações de regressão polinomial para as médias das 5 leituras nos três tratamentos. Houve bastante variação dos níveis de potência sonora nos lados coletados, mostrando a importância do conhecimento do equipamento manuseado. Os níveis de potência sonora diminuíram com o aumento do raio de afastamento da fonte de ruído; provando existir uma área de conforto que varia conforme a máquina. O ensacador da recolhedor trilhadora e o operador da trilhadora estacionária poderiam ficar a apenas 1 hora de exposição diária sem o uso de protetor auricular e o tratorista 2 horas. Torna-se indispensável o uso de protetores auriculares para estes operadores de máquinas agrícolas.

**Palavras-Chave:** Exposição do operador. Ergonomia. Mecanização agrícola.

**Abstract:** This study aimed to evaluate the sound power levels emitted by an agricultural tractor under static conditions driving a bean picker and a stationary picker. Sound power levels measurements near workers' ears were collected and spaced 1 to 10 m from the tractor seat on the left, right, front and rear sides. Five readings were performed at each point in accordance

---

<sup>1</sup>Engenheiro Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, ramonmontanha@gmail.com.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrícola, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, lhesouza@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Engenheiro Mecânico, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, victorlucasfernandes@hotmail.com.

with Standard NR-15. If the dispersion of the readings exceeded 3 dB (A), another measurement was made until the readings were limited to this dispersion. Polynomial regression equations were adjusted for the averages of the 5 readings in the three treatments. There was considerable variation in the sound power levels on the sides collected, showing the importance of knowledge on the equipment handled. The sound power levels decreased with the increase of the distance from the noise source; proving that there is a comfort area that varies according to the machine. The bagger of the picker collector and the operator of the stationary picker could be only 1 hour of daily exposure without the use of hearing protectors and the tractor operators 2 hours. The use of hearing protectors for these agricultural machine operators is essential.

**Keywords:** Operator exposure. Ergonomics. Agricultural mechanization.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, aliado à maior necessidade de produção de alimentos, houve a necessidade da inclusão de tratores e máquinas agrícolas mais potentes, mais pesados e conseqüentemente com maiores níveis de potência sonora.

Dentre os fatores mais importantes a serem considerados em trabalhos que exigem contato direto com máquinas agrícolas, o nível de potência sonora merece destaque, pois quando acima do valor permitido, pode causar graves danos à saúde do operador, caso este, esteja exposto sem a necessária proteção auricular a um tempo de exposição acima do permitido.

A NR-15 da Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho (MTB) e Emprego, estabelece em 85 dB(A) o nível máximo de potência sonora permitido para 8 h de exposição diária. Segundo a NR-15, entende-se por Ruído de Impacto aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo e por Ruído Contínuo ou Intermitente, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja Ruído de Impacto.

O raio de afastamento da fonte de ruído é um importante fator a ser estudado. Desta forma, alguns trabalhos vem sendo realizados considerando o raio de afastamento dos equipamentos em relação à fonte, podendo citar Oliveira Junior; Alves e Cunha (2011).

Longui; Fernandes e Rinaldi (2009) avaliaram o nível de potência sonora emitido por equipamentos de uma fábrica de ração e concluíram que o nível medido próximo ao ouvido do operador foi considerado elevado para todos os equipamentos avaliados, diminuindo com o raio de afastamento.

Damasceno et al. (2019), avaliando o nível de potência sonora emitido por um trator agrícola acionando uma colhedora de milho, recomendaram o uso de protetor auricular para os operadores situados à uma distância inferior a 8,0 m em qualquer rotação do motor e 3,0 m para diferentes variações de tomadas de potências.

O tempo de exposição máximo é outro fator de grande importância a ser avaliado nos estudos de potência sonora. Marques et al. (2016) avaliaram os níveis de potência sonora emitidos por equipamentos eletrorrurais utilizados na produção de ração e processamento de forragem e concluíram que, além dos níveis de potência sonora terem diminuído com o raio de afastamento em todas as máquinas, o tempo máximo de exposição diária ao lado da ensiladora foi de 45 min e do desintegrador de 1 h e 15 min sem o uso de proteção auricular.

Considerando o tempo de uma jornada diária de oito horas de exposição ao nível de potência sonora, Oliveira Junior; Alves e Cunha (2011) verificaram que, o níveis de potência sonora próximos ao ouvido do operador foram superiores ao limite de 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, sem protetor auricular, estabelecido pela NR-15

Spadim et al. (2015) relatam que as máquinas, em grande parte, importadas ou adaptadas não são adequadas às nossas condições, apresentando custos elevados, exigindo o máximo de aproveitamento de todas as suas funções, muitas vezes menosprezando as condições de trabalho ou não atendendo às normas nacionais vigentes, relegando os princípios ergonômicos.

Farias e Schlosser (2020) descrevem ainda que, o aumento da preocupação mundial com a qualidade do ambiente de trabalho dos operadores de máquinas agrícolas (ergonomia do posto de operação e poluição sonora emitida pelas máquinas motoras) resulta em alternativas que

objetivam proporcionar boas condições de conforto e segurança ao longo da jornada de trabalho destes trabalhadores.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os níveis de potência sonora emitidos por um trator em condição estática, acionando uma recolhedora trilhadora de feijão e uma trilhadora estacionária de grãos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Na condução do experimento foram utilizados um trator agrícola 4 x 2 TDA (com tração dianteira auxiliar) da marca NEW HOLLAND, com potência nominal de 56,7 kW (77 cv) a 2400 rpm, uma recolhedora trilhadora da marca MASTER PLUS® mod-86 e uma trilhadora estacionária de cereais da marca Cimac® BC.

Em primeiro momento foram coletados os níveis de potência sonora de fundo com o intuito de se avaliar a interferência externa nos valores dos equipamentos. Estes dados foram coletados com o trator e as máquinas desligados realizando-se 5 leituras por um período de 5 segundos cada uma.

Após esta etapa foram avaliados os níveis de potência sonora emitidos apenas pelo trator sem o acionamento das máquinas utilizadas.

Na terceira etapa foram avaliados os níveis de potência sonora com o trator, em condição estática, acionando as máquinas. Para tanto utilizou-se a rotação no motor de 2200 rpm relativa à rotação nominal de 540 rpm na TDP exigida pelos equipamentos.

Este procedimento permitiu determinar apenas o nível de potência sonora causado pelas vibrações e atritos entre as partes móveis e fixas das máquinas.

A Figura 1 apresenta o trator e as máquinas utilizadas no experimento.

**Figura 1** – (A) Trator acionando a recolhadora trilhadora de feijão. (B) Trator acionando a trilhadora estacionária



(A)



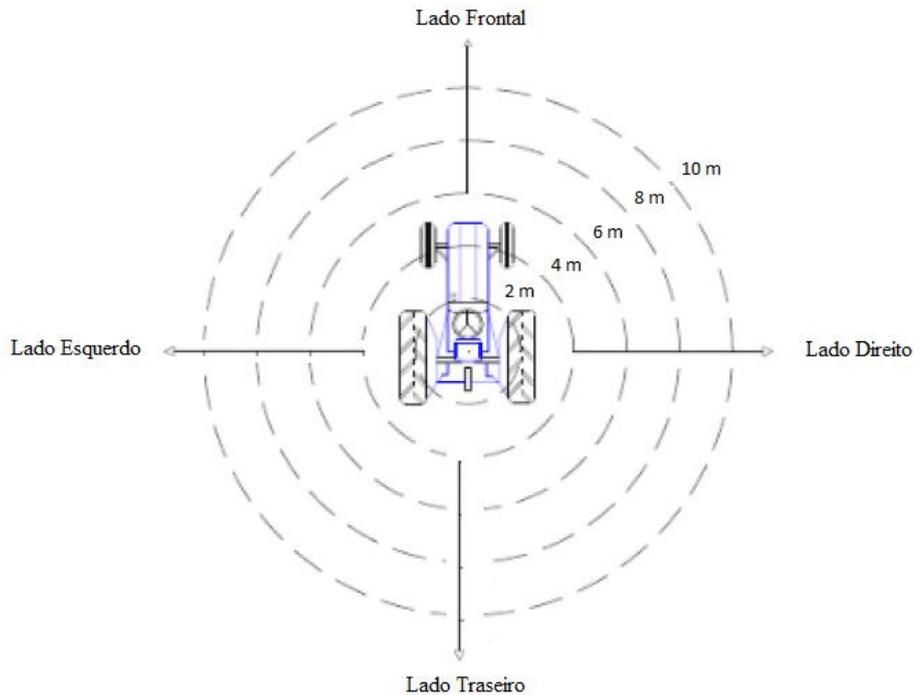
(B)

**Fonte:** Os autores (2020)

Em todos os três tratamentos foram coletados 10 valores dos níveis de potência sonora espaçados de 1 m da fonte nos lados esquerdo, direito, frontal e traseiro do trator e dos equipamentos acionados. Todos os valores foram medidos a uma altura de 1,65 m, ou seja, próxima ao ouvido da pessoa que estava medindo.

A Figura 2, adaptada de Pimenta Júnior et al. (2012), apresenta o esquema adotado nas medições com as suas respectivas distâncias e posições. Ela apresenta apenas o esquema para o trator, porém quando este estava acionando os equipamentos, os dados foram coletados na parte traseira da respectiva máquina e não do trator.

**Figura 2** – Esquema das posições e raio de afastamento das leituras de nível de potência sonora para os três tratamentos



**Fonte:** Figura Adaptada de Pimenta Júnior et al. (2012)

Foram também realizadas medições próximas ao ouvido do operador do trator, do ensacador da recolhadora trilhadora e do trabalhador que alimentava a trilhadora estacionária.

Para tanto, foram realizadas 5 leituras em cada ponto, em períodos de cinco segundos cada uma, conforme a Norma NR-15. Caso a dispersão das leituras excedesse a 3 dB(A), outra medição era realizada até que as leituras se limitassem a uma dispersão na faixa de 3 dB(A). As médias dessas 5 leituras foram consideradas como resultado.

Para o estudo da variação dos níveis de potência sonora em função do raio de afastamento, foram ajustadas Equações de Regressão Polinomial para os três tratamentos.

As medições foram realizadas com um medidor de nível de pressão sonora digital da marca Hikari® modelo HK-882A nos circuitos de resposta

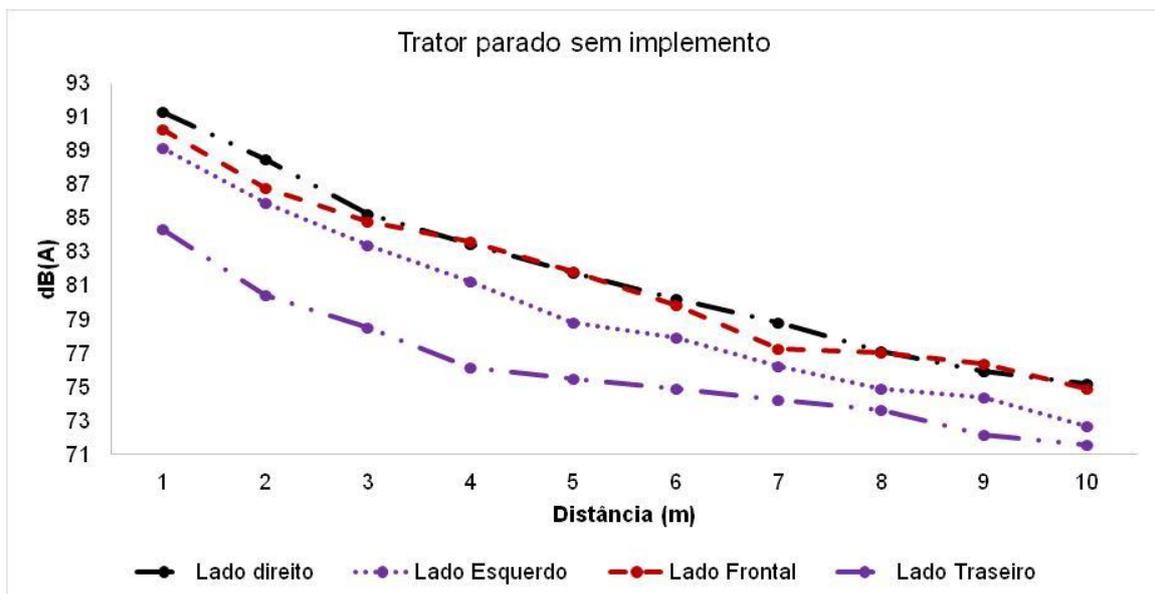
lenta (slow) e de equalização (A) na escala dB(A) conforme a Norma NR-15 para ruídos Contínuos ou Intermitentes.

De posse dos valores de nível de potência sonora, foi avaliado o Tempo de Exposição Máximo que os operadores poderiam ficar expostos àquele nível, sem proteção auricular conforme a Portaria nº 3.214/78da NR-15-CLT.

O nível de potência sonora de fundo médio foi de 43,2 dB(A), não interferindo nos dados deste experimento.

Na Figura 3 podemos observar os valores de níveis de potência sonora emitidos pelo trator em condição estática com as suas respectivas equações ajustadas.

**Figura 3** – Equações ajustadas para os níveis de potência sonora nos quatro lados do trator sem implemento em função do raio de afastamento



Lado Direito:  $y = 0,1148x^2 - 3,0169x + 93,942$  e  $R^2 = 0,997$

Lado Esquerdo:  $y = 0,1265x^2 - 3,1317x + 91,827$  e  $R^2 = 0,996$

Lado Frontal:  $y = 0,0991x^2 - 2,7323x + 92,499$  e  $R^2 = 0,989$

Lado Traseiro:  $y = 0,1363x^2 - 2,7331x + 85,941$  e  $R^2 = 0,967$

**Fonte:** Os autores (2020)

Podemos observar que os lados direito e frontal do trator apresentaram os maiores valores e o lado traseiro os menores, corroborando os resultados encontrados por Alves et al. (2011) ao avaliarem os níveis de potência sonora emitidos por um trator agrícola em condições estáticas e dinâmicas.

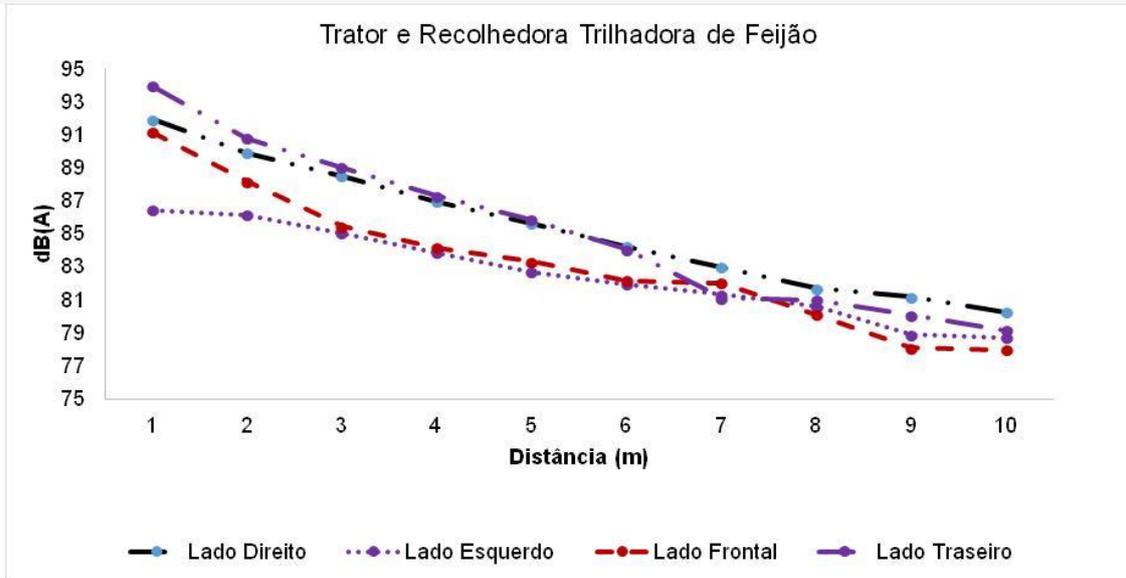
Em todos os casos houve diminuição do nível de potência sonora com o aumento da distância do trator, como já era esperado. Desta forma, os valores abaixo de 85 dB(A) foram conseguidos com 3,5 m para os lados direito e frontal, 3,0 m para o lado esquerdo e 1 m para a parte traseira para oito horas de exposição diária.

Pimenta Junior et al. (2012) avaliando o nível de potência sonora emitido por um trator agrícola observaram que sempre que se afastavam da parte dianteira do trator também ocorria redução do nível de ruído.

O nível de potência sonora encontrado próximo ao ouvido do operador foi de 91,9 dB(A), que representa o tempo máximo de exposição diária de 3 h sem o uso de protetor auricular.

Na Figura 4 podemos observar os valores de níveis de potência sonora com o trator acionando a recolhedora trilhadora de feijão com as suas respectivas equações ajustadas.

**Figura 4** – Equações ajustadas para os níveis de potência sonora nos quatro lados do conjunto trator recolhedora-trilhadora de feijão em função do raio de afastamento



Lado Direito:  $y = 0,0596x^2 - 1,9498x + 93,75$  e  $R^2 = 0,999$

Lado Esquerdo:  $y = 0,005x^2 - 0,971x + 87,71$  e  $R^2 = 0,989$

Lado Frontal:  $y = 0,0802x^2 - 2,2363x + 92,473$  e  $R^2 = 0,970$

Lado Traseiro:  $y = 0,0959x^2 - 2,6843x + 96,299$  e  $R^2 = 0,991$

**Fonte:** Os autores (2020)

Podemos observar que os lados direito e traseiro do conjunto trator recolhedora apresentaram os maiores resultados, seguidos pelo lado frontal e esquerdo.

Diferentemente do resultado encontrado para o trator sem as máquinas, ao acionar a recolhedora trilhadora, o maior nível de potência sonora foi encontrado na parte traseira, isto pode ser explicado devido à alta influência do rotor de saída da palhada, do elevador de grãos de canecas e dos conjuntos polia-correias que se localizam na parte de trás da recolhedora-trilhadora.

Desta forma, os valores abaixo de 85 dB(A) foram conseguidos com 3 m para os lados esquerdo e frontal e 6,0 m para os lados traseiro e direito.

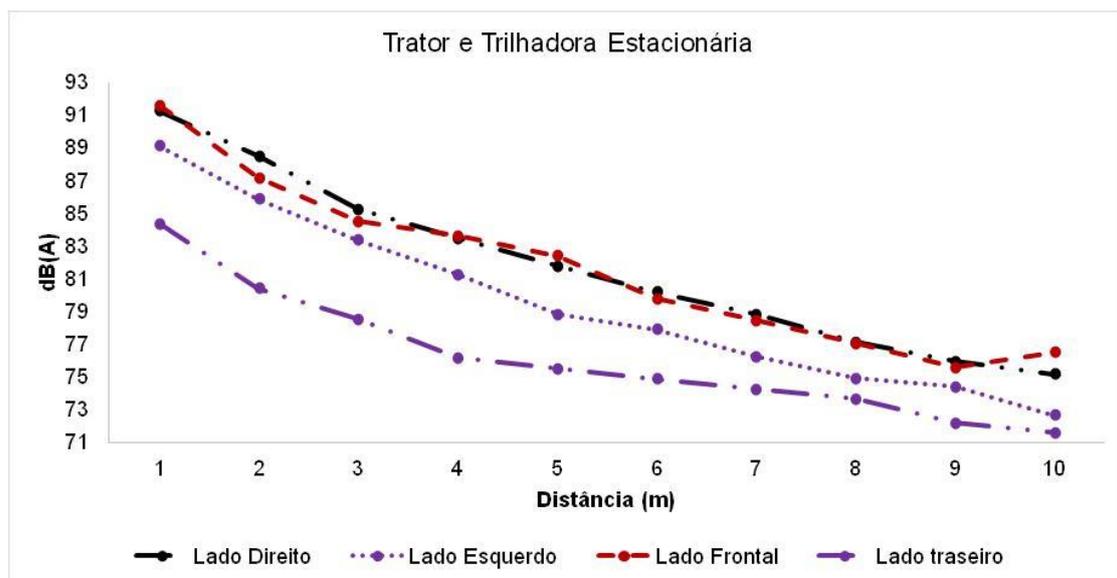
Ao acionar a recolhedora-trilhadora o valor de nível de potência sonora próximo ao ouvido do operador foi superior ao encontrado anteriormente. O acionamento da recolhedora reduziu o tempo de exposição máxima do

operador do trator sem o protetor auricular, conforme a NR-15, de 3 horas para apenas 2 horas com 94,46 dB(A).

Para o ensacador que trabalha em cima da recolhedora-trilhadora foi encontrado um nível de potência sonora de 99,86 dB(A), correspondendo a 1 h de exposição máxima diária, mostrando que este trabalhador está propenso a valores maiores que o tratorista.

Na Figura 5 podemos observar os níveis de potência sonora com o trator e trilhadora estacionária com as suas respectivas equações ajustadas.

**Figura 5** – Equações ajustadas para os níveis de potência sonora nos quatro lados do conjunto trator trilhadora estacionária em função do raio de afastamento



Lado Direito:  $y = 0,1148x^2 - 3,0169x + 93,942$  e  $R^2 = 0,997$

Lado Esquerdo:  $y = 0,1265x^2 - 3,1317x + 91,827$  e  $R^2 = 0,996$

Lado Frontal:  $y = 0,1423x^2 - 3,2184x + 93,901$  e  $R^2 = 0,980$

Lado Traseiro:  $y = 0,1363x^2 - 2,7331x + 85,941$  e  $R^2 = 0,967$

**Fonte:** Os autores (2020)

O lados direito e frontal foram os que geraram maiores níveis de potência sonora, seguidos pelos lados esquerdo e traseiro.

Os maiores valores nos lados direito e frontal podem ser explicados devido ao fato da presença da entrada de alimentação e do cilindro.

Desta forma, o valores abaixo de 85 dB(A) foram conseguidos com 2,5 m para o lado esquerdo, 3,0 m para o lado frontal, 3,5 para o lado direito e 1m para o lado traseiro.

Com o trator acionando a trilhadora estacionária foi encontrado um nível de potência sonora de 94,22 dB(A) próximo ao ouvido do operador do trator, também maior do que o trator sem acionar a máquina, provando a influência do ruído da trilhadora sobre o trator para o tratorista, reduzindo também a exposição diária do tratorista de 3 horas para 2 horas sem o uso de protetor auricular.

Para o operador da trilhadora estacionária, foi encontrado um nível de potência sonora de 99,62 dB(A), relativos a também 1 hora de exposição máxima diária sem o protetor auricular, mostrando que este trabalhador também está mais propenso a ruídos do que o tratorista.

Em relação às distâncias mínimas da fonte, Baesso et al. (2014) avaliando o nível de potência sonora emitido por tratores agrícolas em conformidade com a Norma Regulamentadora NR-15 concluíram que os maiores valores ocorreram em geral até 4 m de distância.

Em outro estudo, Baesso et al. (2017) verificaram, em relação ao raio de afastamento, que os maiores valores de nível de potência sonora ocorreram, em geral, até cinco metros de distância do trator.

Em todos os tratamentos houve diminuição do nível de potência sonora com o aumento da distância da fonte, como já era esperado. Vários autores

encontraram uma distância de conforto para as pessoas próximas ao conjunto trator equipamentos como Oliveira Junior; Alves e Cunha (2011); Damasceno et al. (2019), Longui; Fernandes e Rinaldi (2009).

Os níveis de potência sonora próximos ao ouvido dos trabalhadores foram todos superiores a 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, sem protetor auricular conforme encontrado por Oliveira Junior; Alves e Cunha (2011).

Vários trabalhos destacam o nível de potência sonora que chegam ao ouvido do tratorista, mas pouquíssimos relatam os níveis próximos ao ouvido dos operadores de máquinas acionadas pelo trator. Neste trabalho os operadores das máquinas acionadas pelo trator poderiam ficar expostos a apenas 1 hora diária sem o uso do protetor auricular. Torna-se obrigatório o uso de protetores auriculares para todos os operadores de máquinas agrícolas no seu cotidiano.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve bastante variação dos níveis de ruído nos lados coletados, mostrando a importância do conhecimento do equipamento manuseado. Os níveis de potência sonora diminuíram com o aumento do raio de afastamento da fonte de ruído; provando existir uma área de conforto que varia conforme a máquina. O ensacador da recolhadora trilhadora e o operador da trilhadora estacionária poderiam ficar a apenas 1 hora de exposição máxima diária sem o uso de protetor auricular e o tratorista 2 horas. Torna-se indispensável o uso de protetores auriculares para estes operadores de máquinas agrícolas.

### REFERÊNCIAS

ALVES, A. D. S. et al. Níveis de potência sonora emitidos por trator agrícola em condições estáticas e dinâmicas. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 41, n. 1, p.110-119, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/pat/v41n1/a09v41n1.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

BAESSO, M. M. et al. Nível de ruído emitido por tratores agrícolas em conformidade com a Norma Regulamentadora NR 15. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 6, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/286001567\\_Nivel\\_de\\_Ruido\\_Emitido\\_por\\_Tratores\\_Agricolas\\_em\\_Conformidade\\_com\\_a\\_Norma\\_Regulamentadora\\_NR\\_15](https://www.researchgate.net/publication/286001567_Nivel_de_Ruido_Emitido_por_Tratores_Agricolas_em_Conformidade_com_a_Norma_Regulamentadora_NR_15)>. Acesso em: 19 mai. 2020.

BAESSO, M. M. et al. Níveis de ruído emitidos por tratores agrícolas. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering** v. 11, n. 3, p.229-238, 2017. Disponível em: <<http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/546/335>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

DAMASCENO, F. A. et al. Avaliação do nível de ruído emitido por um trator agrícola acoplado a uma colhedora de milho. **Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 5, p.412-419, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/889>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

FARIAS, M. S.; SCHLOSSER, J. F. Níveis de ruído no posto de operação de um trator agrícola na operação de semeadura. **Tecno-lógica**, v. 24, n. 1, p.47-52, 2020. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/12801>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

LONGUI, F. C.; FERNANDES, L. S.; RINALDI, P. C. N. Níveis de ruído emitidos por diferentes equipamentos em uma fábrica de ração. **Engenharia na Agricultura**, v. 17, n. 6, p.446-453, 2009. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/15603/155-659-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

MARQUES, A. F. S. et al. Avaliação dos níveis de ruído emitidos por equipamentos eletrorurais utilizados na produção de ração e processamento de forragem. **Cad. Ciênc. Agrá.**, v. 8, n. 3, p. 01-06, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2932>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

NR 15 - NORMA REGULAMENTADORA 15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr15.htm>>. Acesso em 11 mai. 2020.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.; ALVES, G. S.; CUNHA, J. P. A. R. Avaliação dos níveis de ruído emitido por um trator agrícola em diferentes operações mecanizadas.

**Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12; p.1-13, 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/13343474-Avaliacao-dos-niveis-de-ruído-emitido-por-um-trator-agricola-em-diferentes-operacoes-mecanizadas.html>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

PIMENTA JUNIOR, C. G.; et al.. Análise espacial do nível de ruído emitido por trator agrícola. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** v. 7, n. 3, p.514-520, 2012. Disponível em: <<http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=v7i3a1228>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

SPADIM, E. R. et al. Dependência espacial do ruído de tratores agrícolas em diferentes rotações do motor. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p.29–33, 2015. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/270>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

Enviado em: 20/05/2020

Aceito em: 01/07/2022

Editor Chefe: Prof. Dr. Everaldo dos Santos

Editor Adjunto: Dr. Wilian Demetrio