

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO EMITIDO NAS OPERAÇÕES MECANIZADAS DE SEMEADURA E COLHEITA

Francielle Morelli FERREIRA^{1*}, Ewerton Lucas CHAGAS², Leonardo Luiz OSS², Rosecleia Roberta Macedo SILVA²

¹Professora Efetiva da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT (Eng^a Agrícola, Mestra em Agronomia), Campus Universitário de Nova Mutum. E-mail: francielle@unemat.br

²Engenheiro(a) Agrônomo(a), UNEMAT, Campus Universitário de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil

RESUMO: Objetivou-se avaliar o nível de ruído emitido por diferentes máquinas agrícolas em operações na colheita de soja e semeadura do milho. Para esse experimento utilizaram-se dois tratores, duas colhedoras e um medidor de pressão sonora (decibelímetro) para realizar as medições dos níveis de ruído, colocando o medidor próximo ao ouvido do operador, de acordo com a norma NBR 5353 (ABNT, 1999). Os tratamentos compuseram de diferentes rotações determinadas de acordo com a operação, utilizando assim rotações mais usuais em cada atividade, compondo três ensaios (trator + transbordo graneleiro; trator + semeadora; e colhedora). Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para operação de semeadura com trator de cabine adaptada o nível de ruído encontrado está acima do permitido pela legislação para uma exposição máxima de 8 horas diárias, sem o uso de protetor auricular. O uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual) e um planejamento adequado para a aquisição de maquinários com características mais favoráveis ao trabalhador são medidas ideais para melhores condições de trabalho. A cabine presente em maquinários tem efeito significativo na redução dos elevados níveis de ruído.

Palavra-chave: agricultura, decibelímetro, maquinários.

EVALUATION OF THE NOISE LEVEL ISSUED IN THE MECHANIZED SOWING AND HARVEST OPERATIONS

ABSTRACT: *The objective was to evaluate the noise level emitted by different agricultural machines in operations in the harvesting of soybean and sowing of corn. For this experiment, two tractors, two harvesters and a sound pressure meter (decibelimeter) were used to perform the measurements of the noise levels, placing the meter near the operator's ear, according to the standard NBR 5353 (ABNT, 1999). The treatments consisted of different rotations determined according to the operation, thus using more rotations that are usual in each activity, composing three systems (tractor + bazooka, tractor + seeder, and harvester). The data were submitted to analysis of variance, and the means were compared by the Tukey test, at 5% probability. For sowing operation with adapted cabin tractor the noise level found is above that allowed by the legislation for a maximum exposure of 8 hours daily, without the use of ear protector. The use of PPE (Personal Protective Equipment) and proper planning for the acquisition of machinery with more worker-friendly characteristics are ideal measures for better working conditions. The cabin in machinery has a significant effect on reducing high noise levels.*

Keywords: *agriculture, decibelimeter, machinery.*

1. INTRODUÇÃO

A cada ano, a mecanização agrícola está se tornando uma peça fundamental para agricultura, seja ela comercial ou familiar, em função da busca pela otimização na produção.

Além de benefícios para a agricultura como o aumento significativo na produção, a mecanização também pode trazer malefícios, principalmente ao operador, onde de acordo com Fiedler (1995) as máquinas, na maioria das vezes, exigem o máximo aproveitamento de todas as suas

funções menosprezando, muitas vezes, as condições de trabalho, principalmente o homem que opera esta máquina, forçando-o a adaptar-se às condições da máquina, relegando desta maneira o bem estar do trabalhador.

O operador pode ficar exposto à poeira, insolação, vibração, calor, gases do motor, insetos, defensivos agrícolas e com destaque um forte ruído provindo dessas máquinas, já que é um problema que pode causar sérios danos à audição, além de outras consequências a saúde do

operador. Afeta, física e psicologicamente, o ser humano e, dependendo dos níveis, causa lesões auditivas irreversíveis no trabalhador, podendo levar à surdez permanente (PMAC, 1994).

Os ruídos podem ser classificados em ruído contínuo, ruído intermitente e ruído de impacto ou impulsivo. Ruído é medido em uma escala logarítmica, com uma unidade chamada decibel (dB) (IIDA, 2005). Levando-se em consideração que o limite estabelecido pela NR-15 (atividades e operações insalubres) anexo 1, são de 85 dB por 8 horas diárias de exposição (uso do maquinário), sendo acima deste limite se faz necessário o uso de dispositivos auditivos auriculares pelo operador do maquinário.

Devido ao aumento no rigor das normas de segurança de trabalho, há tendência para a melhoria das condições de ergonomia e segurança do operador, visando melhorar as condições de trabalho, diminuir o nível de fadiga ao qual este está exposto, diminuir o risco de acidentes e aumentar a produtividade e qualidade do trabalho (ALVES, 2011).

Nesse contexto, objetivou-se nesta pesquisa avaliar o nível de ruído emitido por diferentes máquinas agrícolas em operações na colheita de soja e semeadura do milho, comparando os resultados, com a norma vigente no Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Chopim, localizada no município de Novo Mundo - MT, com latitude de 09° 48.738' sul, longitude de 055° 15.614' oeste e altitude de 274 metros.

As avaliações na Fazenda foram realizadas durante a colheita de soja da safra 2016/2017, e a semeadura do milho safrinha 2017, ambas no mês de março de 2017.

Para as avaliações foram utilizados dois tratores agrícolas e duas colhedoras, uma para cada tipo de plataforma (caracol e draper),

O trator 1, utilizado no transporte do transbordo graneleiro, de marca: John Deere, modelo: 6110j 4X4 (com cabine de fábrica), ano: 2015, e potência do motor de 81 kW (110 cv). O trator 2, usado para operação de semeadura, era da marca: Valtra, modelo: BH180 4x2 TDA (com cabine, mas não de fábrica, e sim da marca Agroleite), ano: 2004, e potência do motor de 132 kW (180 cv).

Além dos tratores, para a operação de colheita, utilizaram-se nas avaliações duas colhedoras. Ambas da marca Valtra e modelo BC7500, com potência de 261 kW (355 cv), diferindo uma da outra apenas no ano de fabricação, uma com ano de 2013 (plataforma draper) e outra de ano 2010 (com transportador helicoidal).

Os implementos utilizados para o experimento foram um transbordo graneleiro da marca: Jan, modelo: Tanker Magnum 20.000, com carga máxima de 20 toneladas e peso aproximado de 4.540 Kg. E uma semeadora da marca: Marchesan, modelo: ULTRA de número 15, desenvolvida para o sistema de plantio direto contendo 28 linhas.

Para a medição dos níveis de ruído foi utilizado um medidor de pressão sonora (decibelímetro) portátil digital com protetor de ventos acoplado, sendo da Marca: Instrutherm, modelo: DEC-460, escalas de medição de 35

a 100dB (baixa); 65 a 130dB (alta), precisão: $\pm 1,5$ dB, correspondendo a calibração 94dB e 1KHz, padrão IEC: Tipo 2, ponderação: A ou C selecionado para o circuito de reposta lenta (slow), de equalização "A" que simula o ouvido humano, os mesmos medidos em decibéis (dB) e devidamente calibrado antes de cada operação, baseando-se nos métodos descritos na norma NBR 9999 (ABNT, 1987).

Na realização das medições em todas as operações colocou-se o medidor de nível de ruído próximo ao ouvido do operador, de acordo com a norma NBR 5353 (ABNT, 1999) (FIGURA 1).



Figura 1. Medição do nível de ruído com o decibelímetro nos diferentes maquinários, conforme as normas da ABNT. Fonte: do autor.

Para a operação do trator com o transbordo graneleiro empregou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x2, para a medição do nível de ruído em função das três rotações do motor e nas duas condições de avaliação (dentro e fora da cabine), com seis repetições.

Para a operação de semeadura empregou-se (DIC) em esquema fatorial 3x2, sendo em função de três rotações do motor e duas condições de avaliação (dentro da cabine e em cima da semeadora), com seis repetições.

Para a operação de colheita utilizou-se (DIC) simples, com rotação única de trabalho e dois locais de avaliação (dentro e fora da cabine), com seis repetições.

Os três ensaios (trator + transbordo graneleiro, trator + semeadora, e colhedora) foram avaliados sob condições reais de campo. Sendo feita a coleta dos dados do trator com transbordo graneleiro e a colhedora, por serem cabinados, tanto do lado interno como do lado externo da cabine para verificar a influência da cabine na diminuição do nível, que atinge o operador. Para semeadura foram realizadas duas coletas, sendo uma dentro da cabine e outra no local onde fica o auxiliar da semeadora. Com as determinações, em todas as operações, coletadas a cada 5 segundos.

As rotações utilizadas nos maquinários foram determinadas de acordo com a operação, ou seja, utilizando rotações mais usuais em cada atividade. Na operação do trator + transbordo graneleiro foram tomadas medidas do nível de ruído com o trator em movimento nas rotações teóricas de 900, 1500 e 1900 rpm, e na marcha C4. Na semeadura foram avaliados os níveis com o trator deslocando-se nas rotações de 2000, 2200 e 2400 rpm, na marcha AM3. E a operação de colheita, tanto com a plataforma Draper como a Caracol, foi realizada a uma velocidade média de 5,5 km/h, com rotação do motor de 2200 rpm.

Para análise estatística, os dados foram submetidos a teste de normalidade e análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Níveis de ruído na operação do trator com o transbordo graneleiro.

Na Tabela 1 verifica-se os níveis de ruído - dB(A), junto ao ouvido do operador emitido pelo conjunto trator + transbordo graneleiro nas rotações de 900, 1500 e 1900 rpm e em duas situações (dentro e fora da cabine).

Tabela 1. Resultados médios dos níveis de ruído avaliados no Trator John Deere 6110j com cabine. Novo Mundo, 2017.

Rotação do motor (rpm)	Local de avaliação do nível de ruído	
	Dentro	Fora
900	67,65 bC	78,00 aC
1500	70,47 bB	83,27 aB
1900	72,38 bA	87,18 aA
CV %	0,34	
DMS	0,18	
F interação (Rotação*Local)	217,20*	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença média significativa; *: Significativo a 5 % de probabilidade.

Analisando a Tabela 1, observa-se que houve interação significativa entre os dois fatores (rotação e local de avaliação), sendo que as médias do nível de ruído, nas três rotações são menores nas medições efetuadas dentro da cabine do equipamento, ou seja, ao lado do ouvido do operador, mostrando, portanto a eficiência da cabine na redução no nível de ruído gerado pelo motor do maquinário.

Também de acordo com a Tabela 1 verifica-se que quanto maior a rotação, maiores são os níveis de ruído produzidos. Assim como Magalhães et al. (2012) observaram, na avaliação do nível de ruído em um trator com rotações de 900 a 2500 rpm, que o aumento da rotação do motor causa aumento no nível de ruído, sendo necessário em certas condições utilizar equipamento de proteção individual. Destacando a importância da cabine de proteção nas máquinas.

Ressalva-se que a norma regulamentadora NR-15, estabelece em seu Anexo 1, os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente. Onde o valor limite é de 85 dB(A) para uma exposição diária de no máximo de 8 horas, sem que seja necessário o protetor auricular. Com a comparação dos resultados junto à norma, nota-se que os valores medidos nas três rotações dentro da cabine, junto ao ouvido do operador, apresentaram níveis de ruído dentro do permitido sem protetor auricular.

3.2 Níveis de ruído na operação de semeadura

Na Tabela 2 observa-se as médias dos níveis de ruído avaliado na operação de semeadura em dois locais (dentro da cabine e em cima da semeadura) nas rotações de 2000, 2200 e 2400 rpm.

Tabela 2. Resultados médios dos níveis de ruído avaliados no Trator Valtra BH180 com cabine adaptada, dentro da cabine e em cima da semeadora. Novo Mundo, 2017.

Tratamentos	Nível de Ruído - dB(A)
Local de avaliação	
Dentro do trator (local do operador)	89,59 a
Em cima da semeadora (local do auxiliar)	79,35 b
Rotação do motor (rpm)	
2000	83,56 c
2200	84,55 b
2400	85,32 a
CV %	0,25
DMS	0,14
F interação (Local de avaliação*Rotação)	2,43 ^{ns}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença média significativa; ^{ns}: Não significativo.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que não houve interação entre os fatores local de avaliação e rotação do motor. Nota-se que houve diferença significativa nos níveis em relação à mudança de rotação e percebe-se que para a rotação de 2000 rpm teve o menor nível no valor de 83,56 dB(A) e a rotação de 2400 rpm o nível foi de 85,32 dB(A), sendo o maior. Notificando que a média dos níveis de ruído em cada rotação, na Tabela acima, é em relação aos valores encontrados em ambos os locais de avaliação. Alves et al. (2011) trabalhando com um trator da marca Valtra, com 55,2 kW (75 cv) em diferentes rotações, também observaram que, à medida que a rotação do motor aumenta, ocorre incremento do nível de ruído emitido.

Segundo os dados o operador do trator está exposto a níveis superiores aos do auxiliar da semeadura, sendo provavelmente pelo motivo de estar mais próximo ao escapamento de gases do motor.

Ainda é possível verificar que a média dos níveis em cima da semeadora no valor de 79,35 dB(A) estão abaixo do limite da norma vigente, que estipula 85 dB(A) em 8 horas diárias, mas em contrapartida o valor médio de 89,59 dB(A) medido dentro da cabine do trator são

superiores ao limite. E este fato indica que a cabine do trator não teve eficiência significativa na redução dos níveis de ruído emitidos pelo maquinário, mas vale ressaltar que s3 refere a uma cabine adaptada, ou seja, não vem de fábrica com o trator, podendo ser este um dos motivos da baixa eficácia do equipamento na redução dos níveis de ruído.

De acordo com a norma o tempo máximo de exposição sem o uso de protetores auriculares pelo operador do trator seria de 4 horas e 30 minutos. Mas sabendo que a jornada de trabalho pode chegar até 8 horas diárias, o operador não poderia ficar esse tempo sem proteção auricular. Nesse caso, a utilização do protetor permitiria o aumento da jornada de trabalho, já que esses equipamentos de proteção individual permitem uma redução expressiva nos níveis de ruído que chegam ao ouvido do trabalhador.

3.2 Níveis de ruído nas colhedoras

A Tabela 3 apresenta os valores médios obtidos na comparação entre duas colhedoras do mesmo modelo com plataformas distintas, sendo uma com plataforma caracol e outra com a draper, no período da colheita com uma rotação de 2200 rpm.

Tabela 3. Resultados médios dos níveis de ruído avaliados em colhedoras da marca Valtra, modelo: BC7500 com plataforma caracol e draper, ambas com cabine. Novo Mundo, 2017.

Colhedoras	Nível de Ruído dentro da cabine - dB(A)	Nível de Ruído fora da cabine - dB(A)
Valtra BC7500 com plataforma caracol	78,37 a	92,20 a
Valtra BC7500 com plataforma draper	76,21 b	89,82 b
F calculado	711,15*	552,67*
CV %	0,18	0,19
DMS	0,21	0,26

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); *significativo a 5 %; CV: Coeficiente de variação; DMS: Diferença média significativa.

Quando comparados os modelos de colhedoras, observa-se na Tabela 3 que os valores médios do nível de ruído diferiram entre si, a 5% de probabilidade. O maior nível de ruído foi encontrado para a colhedora com plataforma caracol nas duas situações avaliadas (dentro e fora da cabine), demonstrando a influência do tipo de plataforma nos valores dos níveis de ruído emitidos por colhedoras do mesmo modelo. Ainda foi possível notar a diminuição significativa nos níveis obtidos dentro e fora da cabine nas duas colhedoras avaliadas, ocorrendo uma redução acima de 13 dB(A) nos níveis de ruído em ambas colhedoras, indicando a importância e a influência da cabine na atenuação dos níveis nos quais está exposto o operador.

Os valores obtidos dentro da cabine das colhedoras com plataforma caracol e draper, na altura do ouvido do operador durante a execução da atividade foram de 78,37 e 76,21 dB(A), respectivamente. Estes níveis encontram-se abaixo do limite estabelecido pela norma NR-15 anexo

1, de 85 dB(A) para uma jornada de trabalho de 8 horas por dia, não sendo necessária a utilização de equipamento de proteção individual.

4. CONCLUSÕES

Para operação de semeadura, com trator de cabine adaptada, o nível de ruído encontrado está acima do permitido pela legislação para uma exposição máxima de 8 horas diárias, sem o uso de protetor auricular.

O trator + transbordo graneleiro apresentou níveis de ruído dentro do permitido, em todas as rotações avaliadas, para a carga horária trabalhada.

As duas colhedoras avaliadas apresentaram níveis de ruído permitido ao operador dentro da cabine, e níveis inadequados fora da cabine, comprovando que a cabine presente em maquinários tem efeito significativo na redução dos elevados níveis de ruído.

5. REFERÊNCIAS

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.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR/NM/ISO 5353: máquinas rodoviárias e tratores e máquinas agrícolas e florestais: ponto de referência do assento. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. Ministério do Trabalho e do Emprego. Norma Regulamentadora nº 15 Atividades e operações insalubres. 2012.

FIEDLER, N.C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira**. 1995. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

IIDA, I. **Ergonomia Projeto e Produção**. 2ª Ed. Revisada e Ampliada., São Paulo: Edgar Blücher, 2005.

MAGALHÃES, A.T.; CORTEZ, J.W.; NAGAHAMA, H.J. Nível de ruído de um trator agrícola em função da rotação, da distância, da velocidade e da condição do solo obtido por meio de decibelímetro com e sem proteção de vento. **Revista energia na agricultura**, Botucatu, v. 27, n. 4, p. 27-44, 2012.

PMAC. Exposição ao ruído; norma para a proteção de trabalhadores que trabalham em atividades com barulho. **Revista Proteção**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 29, p. 136-138, 1994.

SANTOS, J.E.G.; SANTOS FILHO, A.G.; BÓRMIO, M.F. **Conforto térmico: Uma avaliação em tratores agrícolas sem cabines**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, n 11, 2004, Bauru, p. 35-39.