

## AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDOS POR DIFERENTES CONJUNTOS MECANIZADOS.

### *NOISE LEVELS EVALUATION EMITTED BY DIFFERENT MECHANIZED GROUPS.*

Luiz Henrique de Souza<sup>1</sup>, Haroldo Carlos Fernandes<sup>2</sup>, Edney Leandro da Vitória<sup>3</sup>, Arlindo José Camilo<sup>4</sup>

#### RESUMO

A determinação dos níveis de ruído foi realizada com o objetivo de se avaliar os riscos a que estão sujeitos os operadores de máquinas agrícolas. Utilizou-se durante o ensaio um trator sem cabine tracionando arado de discos, grade de discos, distribuidor de calcário, semeadora-adubadora, pulverizador de barras e uma colhedora de grãos automotriz sem cabine. Para os conjuntos trator-distribuidor de calcário, trator-semeadora-adubadora e trator-pulverizador, avaliou-se a influência da velocidade de trabalho sobre o nível de ruído, já para o arado e grade de discos, avaliou-se a influência da velocidade e profundidade de trabalho. A colhedora foi avaliada considerando o lado e a velocidade de operação. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O trator e a colhedora emitiram níveis de ruído acima do limite, estabelecido pela NR-15, de 85 dBA para oito horas de exposição diária. Os maiores valores foram encontrados na operação de aração e gradagem, indicando a influência da força de tração sobre o ruído. As demais operações emitiram níveis de ruído menores que os citados anteriormente, porém

todas as médias foram superiores ao permitido pela NR-15, para oito horas diárias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Máquinas agrícolas, ergonomia, ruído.

#### SUMMARY

Noise levels determination was accomplished with the objective of evaluating the risks to what the operators of agricultural machines are subjected. During the experiment, a tractor without cabin pulling a disk plough, disk harrow, limestone distributor, seeder, bars sprayer and an automatic harvester without cabin was used. For the groups tractor-limestone distributor, tractor-seeder-manure spreader and tractor-sprayer, the influence of work speed on the noise level was evaluated. For the disk plough and disk harrow, the influence of work speed and depth was evaluated. The harvester was evaluated considering operation side and speed. The data were interpreted through variance analysis, using Tukey's Test to 5% of probability. The tractor and the harvester emitted noise levels above the limit of 85 dBA for eight hours of daily exhibition, established by NR-15. The highest values were found in the ploughing-harrowing

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, MS, Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Cep 36571-000, Viçosa-MG, (031) 3899-1860/3891-6739, e-mail: lhsouza@vicosa.ufv.br.

<sup>2</sup> Professor adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, e-mail: hfernand@ufv.br.

<sup>3</sup> Professor Assistente, Departamento de Zootecnia, UUV, Vila Velha-ES. e-mail: evitoria@bol.com.br.

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de engenharia Agrícola, UFV, ajcamilo@vicosa.ufv.br.

operation, indicating the influence of the traction force on the noise. Other tractor's operations emitted lower noise levels than that mentioned previously, however all the averages were superior to the allowed by NR-15, for eight hours a day.

**KEY WORDS:** Agricultural machines, ergonomics, noise.

## INTRODUÇÃO

O trator ocupa uma posição de destaque, quando se estuda a relação homem-máquina na área rural. A frota brasileira de tratores não está projetada de acordo com as necessidades do trabalhador, mas, sim, com as do trabalho. O tratorista tem que, ao mesmo tempo, controlar o implemento e manter o trator alinhado, enquanto é submetido, durante horas, ao sol, à chuva, ao frio, à poeira e fumaça do escapamento, além de um nível de ruído e vibrações desumanos (VITÓRIA, 2000).

O termo ergonomia tem sido definido como o estudo da adaptação do trabalho ao homem. De acordo com Schlosser e Debiasi (2002), os conhecimentos sobre ergonomia provocaram novos conceitos, os quais levaram os fabricantes a oferecer modelos de tratores com maior conforto e segurança, no sentido de localização de comandos e instrumentos.

O ruído é uma onda sonora, ou um complexo de ondas sonoras, causando sensação de desconforto e uma gradual perda de sensibilidade auditiva humana (TIBIRIÇÁ, 1997).

No Ministério do Trabalho existem três normas (NR) relativas à questão do ruído no ambiente de trabalho. A NR 6 refere-se aos equipamentos de proteção individual (EPI), incluindo os protetores auriculares; a NR 7 refere-se ao exame médico, incluindo recomendações para o ambiente de exames audiométricos. Já a NR 15 refere-se às atividades e operações insalubres, levando também em consideração os limites relativos à exposição ao ruído, indicando como prejudicial o ruído de 85

dBA para uma exposição máxima de 8 horas diárias.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui Normas a respeito do ruído em máquinas. A NBR – 9999 (ASSOCIAÇÃO..., 1987) – “Medição do Nível de Ruído no Posto de Operação, de Tratores e Máquinas Agrícolas” e NBR – 10400 (NBR, 1988) – “Tratores Agrícolas – Determinação das Características Técnicas e Desempenho”, são as que se destacam.

Schlosser e Debiasi (2002) realizaram uma avaliação dos níveis de ruído, próximos ao ouvido do operador, considerando o mesmo trator com cabine e sem cabine. Na ausência de cabines, os ruídos obtidos foram os que causaram maior dano ao operador.

Santos Filho (2002), ao avaliar os níveis de ruído causado por um trator, sem cabine, em diferentes velocidades de trabalho, concluiu que os valores indicaram uma condição de trabalho extremamente desconfortável para o tratorista, proporcionando grande risco de perda de audição.

Mesmo em condições em que o trator se encontra parado, mas com o motor ligado, este apresenta níveis de ruído perturbadores. Kahil e Gamero (1997) avaliaram os níveis de ruído emitidos por 5 tratores parados com o motor em funcionamento e concluíram que todos os tratores emitiram níveis de ruído acima do permitido pela legislação.

Oliveira et al. (1998) investigaram os níveis de ruído ao qual o tratorista estaria exposto nas operações de preparo de solo, usando 3 diferentes implementos: arado, grade e sulcador e concluíram que, nas principais operações agrícolas, o tratorista estava também exposto a níveis de ruído prejudiciais à saúde.

Zoppello et al. (1995) relataram que os equipamentos tracionados aumentaram os níveis de pressão sonora devido a maior exigência de potência do motor, já para os acionados pela tomada de potência, esse aumento é causado principalmente pelos órgãos acionadores.

Vitória (2000), avaliando o ruído causado por tratores em diferentes operações agrícolas, concluiu que os maiores ruídos foram observados

na operação de aração devido ao fato de este ter exigido maior esforço de tração do trator. Concluiu ainda que as maiores velocidades de operação e maiores profundidades de trabalho geraram o maior nível de ruído.

Em avaliação dos níveis de ruído causados por um trator tracionando uma Recolhedora-Trilhadora de Feijão, Souza (2001), verificou que os valores foram superiores ao limite de tolerância, sendo as maiores médias as obtidas na parte traseira da máquina, onde se faziam a descarga da palhada.

Considerando a importância e a escassez de pesquisa nesta linha, este trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de ruído emitidos por diferentes conjuntos mecanizados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Viçosa-MG, com longitude de 42° 52' 40" W e latitude 20° 45' 20" S, a 658 m de altitude.

Nas operações agrícolas, foram avaliados:

- trator Massey Ferguson, modelo 265 4X2 TDA, sem cabine, com potência máxima de 48 kW (65 cv) no motor a 2000 rpm, ano de fabricação (1987); tracionando:

- arado de discos reversível, marca CIPOLA, modelo C3, com 3 discos de 0,66 m (26") de diâmetro, largura de corte de 1,10 m e massa de 500 kg;

- grade niveladora, BALDAN, modelo "off-set", com 36 discos de 0,43 m de diâmetro, (17"), largura de corte de 2,80 m e massa de 1000 kg;

- distribuidor de calcário, MASSEY FERGUSON, 2 discos centrífugos de distribuição do produto e capacidade de 600 L;

- semeadora-adubadora, VENCE-TUDO S.A., modelo 7300;

- pulverizador de barras, MONTANA, 600 L, operando com carga total;

- colhedora automotriz, sem cabine, LAVRALE, modelo Lavrale 300, motor diesel MWM 229, 3 cilindros, com potência máxima de 38,6 kW (52,5 cv) a 2000 rpm, ano de fabricação (1987); e

- trator e colhedora parados, mas com o motor em funcionamento.

O local escolhido para a realização dos testes era relativamente plano, sem obstáculos e declives, não ocasionando, assim, deflexão do som.

Os ruídos foram determinados através de um medidor de pressão sonora (decibelímetro) da marca MINIPA, no circuito de resposta lenta (slow) e de equalização "A". A escala utilizada foi o decibel (dB).

As determinações basearam-se na NBR 9999 (ASSOCIAÇÃO..., 1987), que é uma norma específica para a medida de ruído em tratores e seus efeitos sobre o tratorista, em que são fixados todos os procedimentos de medidas. O microfone do medidor foi posicionado à altura do ouvido do operador, conforme a norma prescrita.

Para a obtenção do ruído gerado apenas pelo motor, foram realizadas medições dos níveis de ruído com o trator parado a 1700 rpm. Essa avaliação permitiu quantificar a contribuição do motor no ruído total do trator, e determinar os níveis a que estão sujeitos os trabalhadores próximos ao trator.

Os ensaios foram executados com o trator a 1700 rpm, tracionando cada um dos implementos. A colhedora autopropelida foi avaliada operando em condições normais de trabalho, a 1700 rpm, durante a colheita de milho.

Para os conjuntos trator-distribuidor de calcário, trator-semeadora-adubadora e trator-pulverizador, avaliou-se a influência da velocidade de trabalho (determinada em campo, cronometrando-se os tempos de deslocamento em percursos de 100 m) sobre o nível de ruído. Para os conjuntos trator-arado e trator-grade de discos, avaliou-se a influência da velocidade e profundidade de trabalho (0,18 m e 0,25 m para o arado e 0,06 m e 0,12 m para a grade) sobre o nível de ruído.

A colhedora autopropelida foi avaliada considerando-se o lado em que o operador recebe o ruído, e a velocidade de operação sobre o nível de ruído. Os dados foram interpretados por meio de análises de variância, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Todos os procedimentos de medida fixados pela norma podem ser cumpridos, conforme realizado por Fernandes (1991) e Lima (1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o conjunto trator-arado de discos, de acordo com a Tabela 1, houve uma tendência de aumento do nível de ruído com a elevação da profundidade e velocidade de trabalho (Figura 1). De acordo com os resultados encontrados por Vitória (2000), quanto maior a profundidade de trabalho, maior será a exigência de potência do motor. Esforço este transformado em ruído. Outro fator de importância é que ao ser tracionado em uma maior velocidade, o ruído pode ter sido influenciado pela trepidação do próprio equipamento.

Tabela 1 – Médias dos níveis de ruído (dBA) emitidos pelo conjunto trator-arado de discos em função da velocidade e profundidade de trabalho

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Profundidade (m)	
	0,18	0,25
3,0	94,5 Aa	94,6 Aa
5,0	96,5 Ab	97,6 Bb

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

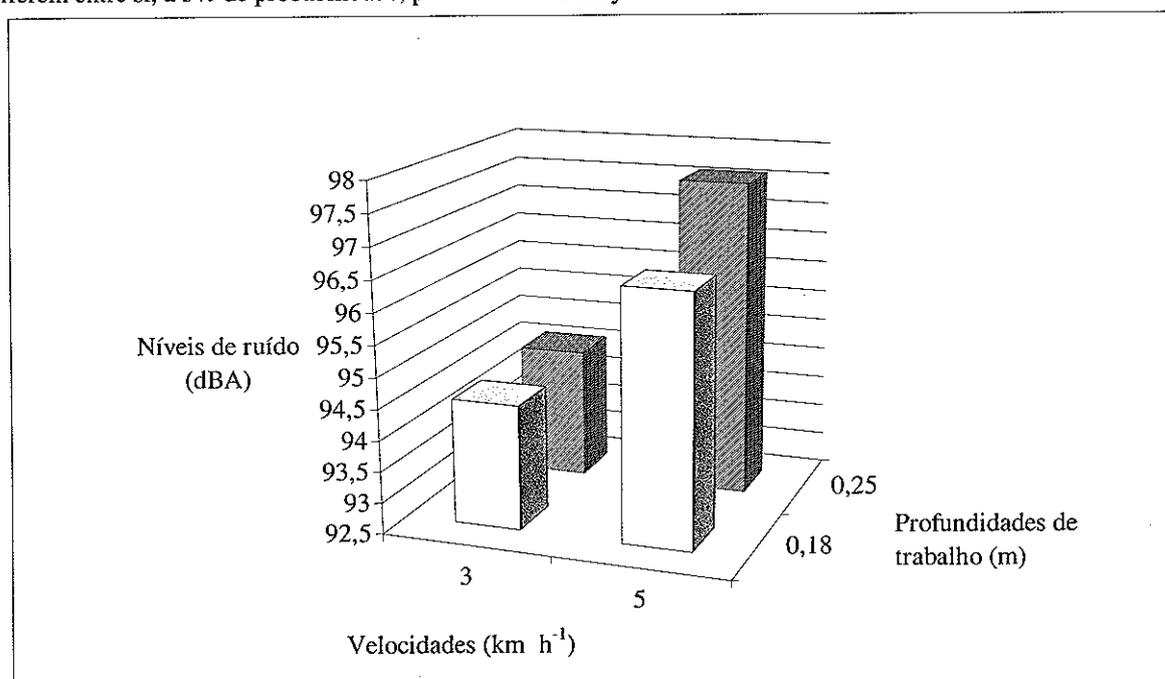


Figura 1 – Níveis de ruído emitidos pelo conjunto trator-arado de discos em função da velocidade e profundidade de trabalho.

No caso do trator tracionando a grade de discos, mostrado na Tabela 2, houve, também, uma tendência de aumento do nível de ruído (Figura 2) com a elevação da profundidade e

velocidade de trabalho. Quanto maior a profundidade de trabalho, maior será a exigência de potência do motor.

Tabela 2 – Médias dos níveis de ruído (dBA) emitidos pelo conjunto trator-grade de discos em função da velocidade e profundidade de trabalho

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Profundidade (m)	
	0,06	0,12
6,5	96,4 Aa	96,5 Aa
8,0	95,8 Ab	97,2 Bb

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

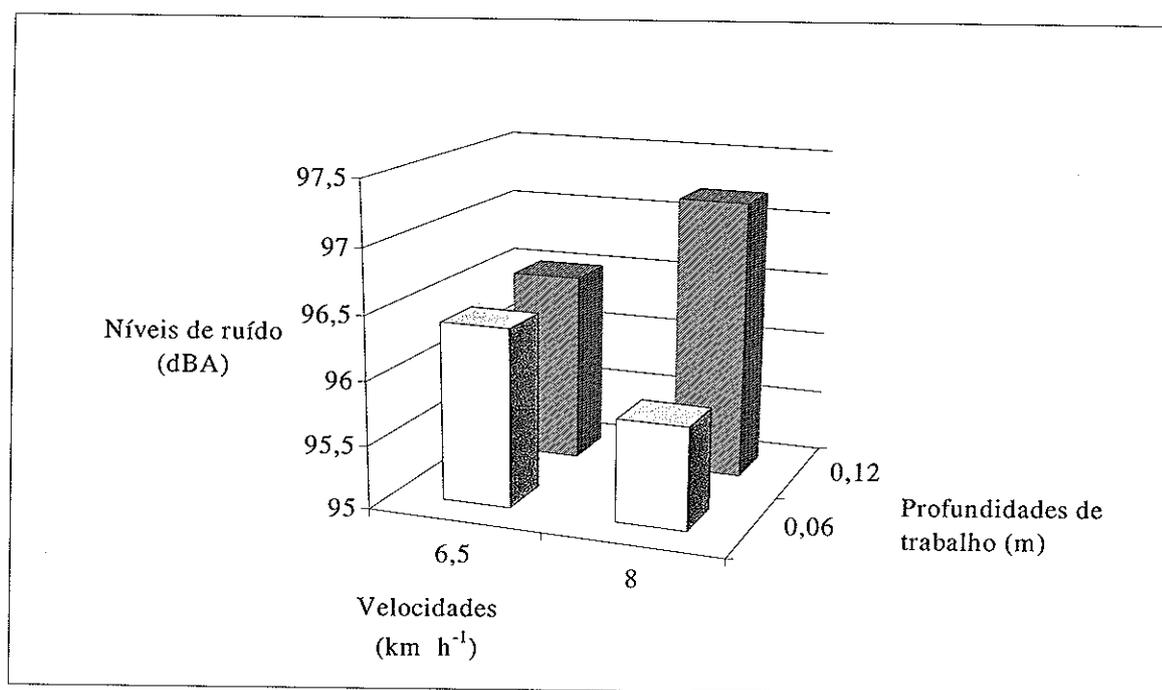


Figura 2 – Níveis de ruído emitidos pelo conjunto trator-grade de discos em função da velocidade e profundidade de trabalho.

De acordo com a Tabela 3, para o conjunto trator-distribuidor de calcário, não foram encontradas diferenças significativas entre as velocidades estudadas pelo Teste F. Os valores foram inferiores aos encontrados anteriormente

nas operações de aração e gradagem, confirmando a hipótese afirmada por Zoppello et al. (1995), que os equipamentos tracionados aumentam os níveis de pressão sonora devido a maior exigência de potência do motor, já para os

acionados pela tomada de potência, esse aumento é causado principalmente pelos órgãos acionadores. Como não houve variação dos órgãos acionadores os valores se mantiveram estatisticamente constantes.

Os valores obtidos para o conjunto trator-semeadora-adubadora (Tabela 4), também não apresentaram diferenças significativas entre as velocidades estudadas. Os valores foram também inferiores aos encontrados anteriormente nas operações de aração e gradagem. A semeadora-adubadora, não exigiu do trator um esforço de tração elevado.

Para o conjunto trator-pulverizador, os resultados mostrados na Tabela 5, não apresentaram diferenças significativas entre as velocidades estudadas pelo teste F.

Tabela 3 – Médias dos níveis de ruído (dBA) emitidos pelo conjunto trator-distribuidor de calcário em função da velocidade de trabalho

Velocidade (km·h <sup>-1</sup> )	Nível de Ruído Médio (dBA)
5,5	92,6 A
6,5	93,5 A

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Tabela 4 – Médias dos níveis de ruído (dBA) emitidos pelo conjunto trator-semeadora-adubadora em função da velocidade de trabalho

Velocidade (km·h <sup>-1</sup> )	Médias de ruído (dBA)
5,0	93,0 A
6,0	92,9 A

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Os valores encontrados foram inferiores aos encontrados anteriormente nas operações de aração e gradagem, confirmando a hipótese afirmada por Zoppello et al. (1995), que os implementos tracionados aumentam os níveis de pressão sonora devido a maior exigência de potência do motor, já para os acionados pela tomada de potência, esse aumento é causado principalmente pelos órgãos acionadores. Como não houve variação dos órgãos acionadores os valores se mantiveram estatisticamente constantes. A Figura 3 mostra os níveis de ruído emitidos pelos conjuntos: trator-distribuidor de calcário, semeadora e pulverizador.

Tabela 5 – Médias dos níveis de ruído (dBA) emitidos pelo conjunto trator-pulverizador em função da velocidade de trabalho.

Velocidade (km·h <sup>-1</sup> )	Médias de ruído (dBA)
5,5	91,3 A
6,0	92,1 A

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

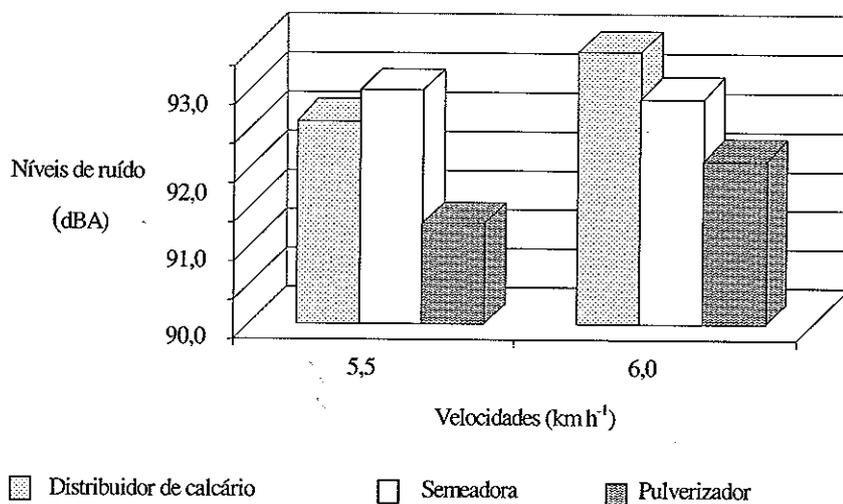


Figura 3 – Níveis de ruído emitidos pelos conjuntos: trator-distribuidor de calcário, semeadora e pulverizador em função da velocidade de trabalho.

A colhedora apresentou maior média (Tabela 6), quando operada em menor velocidade, que pode ser explicado devido à uma maior trepidação da colhedora. O lado direito apresentou maior nível de ruído devido a posição do escapamento (Figura 4).

Tabela 6 – Médias dos níveis de ruído (dBa) emitidos pela colhedora em função da velocidade de trabalho e lado

Velocidade (km h <sup>-1</sup> )	Lado	
	Esquerdo	Direito
4,0	95,9 Aa	96,7 Ba
2,0	96,8 Ab	97,0 Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

O trator parado, com o motor em funcionamento, apresentou maior média de 89,6 dBa do lado esquerdo do operador, onde se

localiza o escapamento, corroborando os estudos feitos por Kahil e Gamero (1997).

A colhedora parada, também com o motor em funcionamento, apresentou maior média de 96,8 dBa do lado direito, devido a maior parte do motor e escapamento se concentrarem ali. Mesmo estando parada, o valor foi superior àquele encontrado com a mesma atuando em maior velocidade, indicando a influência da trepidação, sobre o nível de ruído.

De todos os valores encontrados, os que mais poderiam causar danos à saúde, foram aqueles registrados com o trator tracionando o arado e a grade de discos, que segundo Zoppello et al. (1995), aumentam os níveis de pressão sonora devido a maior exigência de potência do motor, e força de tração. Pode ser explicado também pelo fato de que nas outras operações envolvendo o trator, a trepidação das peças que compõe os equipamentos é bem menor do que a que ocorre na aração e gradagem.

De acordo com a Figura 5 observa-se que os demais equipamentos avaliados emitiram níveis de ruído menores que os citados anteriormente, porém superiores ao permitido pela norma.

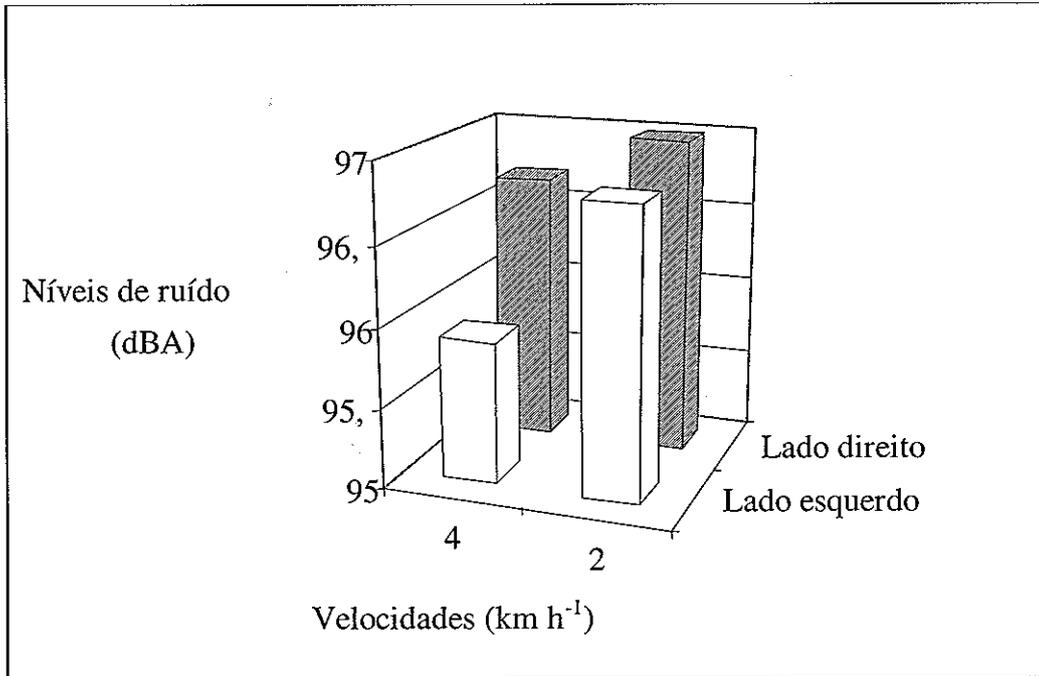


Figura 4 – Níveis de ruído emitidos pela colhedora em função da velocidade de trabalho e lado de operação.

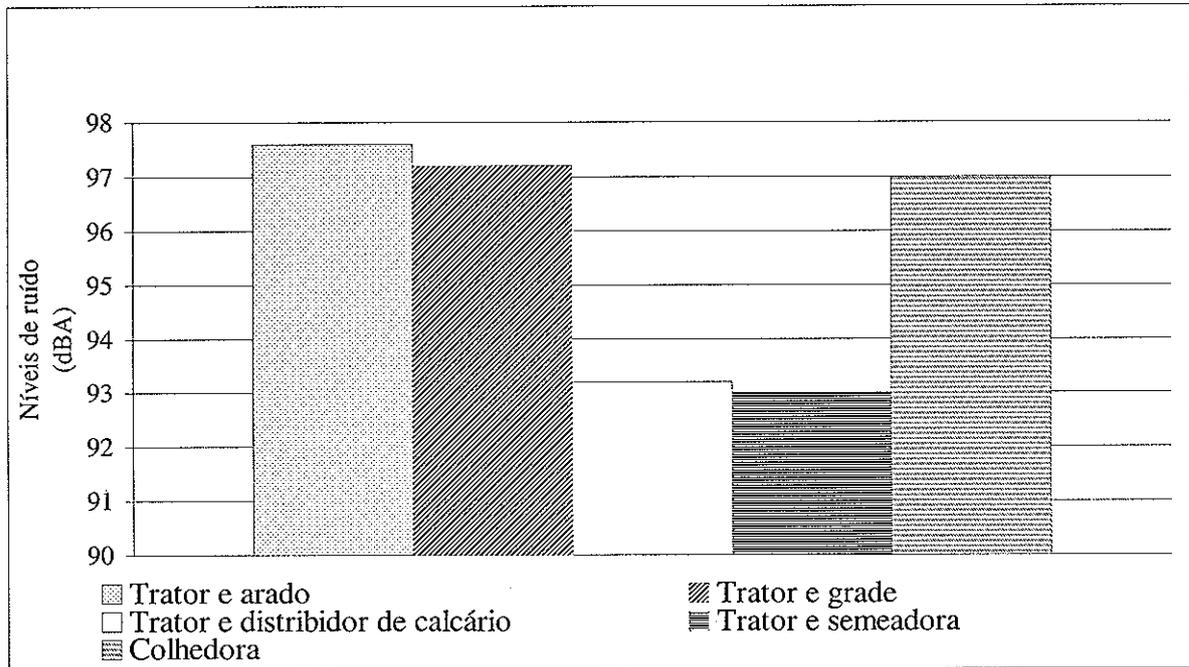


Figura 5 – Maiores valores de níveis de ruído encontrados nas diversas operações.

## CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado visando avaliar o nível de ruído causado por conjuntos

mecanizados em diferentes condições de trabalho desde a aração até a colheita e pelos resultados obtidos e nas condições em que se desenvolveu este trabalho, pode-se concluir que:

- Os níveis de ruído medidos indicaram condição de trabalho de extremo desconforto ao operador, havendo grande risco de perda de audição;

- Os maiores valores foram encontrados na operação de aração e gradagem, indicando a influência da força de tração sobre o ruído. Os demais equipamentos avaliados emitiram níveis de ruído menores que os citados anteriormente, porém superiores ao permitido pela norma;

- O operador de máquinas agrícolas está sujeito a elevados níveis de ruído em todas as práticas agrícolas avaliadas, sendo necessário o uso de protetores auriculares durante a operação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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. **NBR 10400**: Tratores Agrícolas: Determinação das Características Técnicas e Desempenho. Rio de Janeiro, 1988.

FERNANDES, J. C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador**. 1991. 192p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Curso de Pós-graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

KAHIL, M. A.; GAMERO, C. A. Níveis de ruído: Avaliação ergonômica de alguns tratores e equipamentos agrícolas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.12, n.3, p.46-53, 1997.

LIMA, J.S.S. **Avaliação da força de arraste, compactação do solo e fatores ergonômicos num sistema de colheita de madeira utilizando os tratores “Feller-Buncher” e “Skider”**. 1998. 128p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, N.V.; ARAÚJO, M.C.; BARBOSA, J.C.; SOBRINHO, A.T. et al. Investigação do nível de ruído que o tratorista está exposto no preparo periódico do solo com trator de pneu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 3, 1998, Poços de Caldas, **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.289.

SANTOS FILHO, P. F. **Avaliação dos níveis de ruído e vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática de dados**. 2002. 53p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SCHLOSSER, J. F.; DEBIASI, H. Conforto, preocupação com o operador. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n.7, Jan/Fev, p. 3-9, 2002.

SOUZA, L. H. **Avaliação do desempenho de uma Recolhedora-Trilhadora de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2001. 58p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TIBIRIÇÁ, A.C.G. **Janelas: análise sistêmica para desempenho ambiental**. 1997. 2 vol. 265p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

VITÓRIA, E. L. **Avaliação do nível de ruído emitido por tratores em diferentes operações agrícolas**. 2000. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ZOPPELLO, G., MONARCA, D., CECCHINI, M. et al. Aziende agricole, il rischio da rumore. **Macchine e Motori Agricoli**, v.2, n.10, p.9-16, 1995.