

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

ADOLFO DE OLIVEIRA JUNIOR

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDOS POR UM TRATOR AGRÍCOLA
EM DIFERENTES OPERAÇÕES MECANIZADAS**

**Uberlândia – MG
Abril – 2010**

ADOLFO DE OLIVEIRA JUNIOR

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDOS POR UM TRATOR AGRÍCOLA
EM DIFERENTES OPERAÇÕES MECANIZADAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: João Paulo Arantes R. da Cunha

**Uberlândia – MG
Abril – 2010**

ADOLFO DE OLIVEIRA JUNIOR

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDOS POR UM TRATOR AGRÍCOLA
EM DIFERENTES OPERAÇÕES MECANIZADAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 09 de abril de 2010.

Prof. Dr. Carlos Alberto Alves de Oliveira
Membro da Banca

Eng. Agr. Mariana Rodrigues Bueno
Membra da Banca

Prof. Dr. João Paulo Arantes R. da Cunha
Orientador

RESUMO

A mecanização agrícola atualmente é essencial na agricultura, no entanto, existem também certas desvantagens na utilização dessas máquinas. O operador está exposto à poeira, insolação, vibração, calor, gases do motor, insetos, defensivos agrícolas e um forte ruído provindo dessas máquinas. Este trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de ruído emitidos por um trator em distintas operações agrícolas, em diferentes raios de afastamento, e comparar os resultados com as normas vigentes no Brasil. Os ensaios foram realizados empregando-se um trator agrícola John Deere 4 x 2 com tração dianteira auxiliar, modelo JD6615 ano 2009 (80 horas de uso), com motor do ciclo Diesel de seis cilindros e potência de 89,06 kW (121 cv), trabalhando a 1700 e 2000 rpm. Foram avaliados três implementos: um arado de três discos fixos (26”) montado, uma grade destorroadora-niveladora (24 discos de 18”) arrastada e uma semeadora-adubadora arrastada de oito linhas para plantio direto. Empregaram-se as mesmas características de solo para os três implementos. A aração foi feita a 20 cm, a gradagem a 12 cm e a semeadora foi regulada para colocação de sementes a 3,5 cm de profundidade. Nas condições em que o experimento foi conduzido, pôde-se concluir que as operações avaliadas (aração, gradagem e semeadura) apresentaram níveis de ruído, medido junto ao ouvido do operador, acima do limite de 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, sem protetor auricular, estabelecido pela NR-15. Faz-se necessário o uso de dispositivos de proteção auricular por parte dos operadores de trator. O aumento da rotação de trabalho do trator levou ao incremento dos níveis de ruído nas operações de aração e gradagem, e com relação aos raios de afastamento para o conjunto trator-semeadora, os níveis de ruído se mostraram fora da norma no lado do escapamento do trator até quatro metros de distância, demonstrando que também é importante o cuidado das pessoas que trabalham próximas às máquinas, quanto ao ruído.

Palavras-chave: Ergonomia, Máquinas Agrícolas, Ruído.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	REVISÃO DE LITERATURA	7
3	MATERIAL E MÉTODOS	10
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5	CONCLUSÕES	19
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola atualmente é essencial na agricultura, ajuda a garantir melhores índices de produção e produtividade, pois atividades como preparo de solo, adubações, pulverizações e colheita, que eram desenvolvidas somente com trabalho manual e trabalho animal, hoje são desenvolvidas pelas máquinas, o que garante maior velocidade e uniformidade de trabalho, permitindo o cultivo em maiores áreas e também uma maior qualidade das lavouras.

No entanto, existem também certas desvantagens na utilização dessas máquinas. O operador está exposto a poeira, insolação, vibração, calor, gases do motor, insetos, defensivos agrícolas e um forte ruído provindos das mesmas.

Hoje em dia muito se fala em roupas e equipamentos de proteção para o trabalhador rural visando sua segurança em relação aos defensivos agrícolas mas pouco se debate a respeito da proteção contra os ruídos a que estão expostos, mesmo sabendo-se que estes podem causar danos irreversíveis a audição desses trabalhadores. Talvez isso ocorra devido a falta de conhecimento das normas e dos danos causados aos operadores.

Infelizmente, o setor agrícola observou esse problema tardiamente, tanto que, na área rural, pouco, ou quase nada, existe a respeito do ruído em máquinas agrícolas e, conseqüentemente, não se pode tirar nenhuma conclusão sobre os problemas ocupacionais em trabalhadores agrícolas (VITÓRIA, 2000).

Operadores de tratores cuja atividade se estende praticamente por todo o ano (por exemplo, agroindústria canavieira) estão muito mais sujeitos a perda da capacidade auditiva que tratoristas de empresas rurais onde parte da atividade anual é aplicada em outros serviços.

No mercado, as máquinas agrícolas vêm sendo lançadas cada vez com mais conforto e potência, e com esse aumento de potência também se verificava um aumento nos níveis de ruído, porém a partir do início da década de 90 notou-se uma convergência dos valores para uma faixa de 85 a 88 (dB) independente da potência. Isso ocorreu devido ao lançamento das máquinas com cabines acústicas (MIALHE, 1996; SIMONE et al., 2006).

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, 1987) possui normas a respeito do ruído em máquinas. A NBR – 9999 – "Medição do Nível de Ruído no Posto de Operação, de Tratores e Máquinas Agrícolas" e a NBR – 10400 – "Tratores Agrícolas – Determinação das Características Técnicas e Desempenho", são as que se destacam.

Na Argentina, segundo Simone et al. (2006), tem-se de acordo com a resolução 295 do ano de 2003 a modificação dos valores estabelecidos na norma 351/79, ficando estabelecido o limite de 85 dB para uma jornada de trabalho de oito horas.

De maneira geral, o limite de ruído ocupacional, na maioria dos países, encontra-se entre 85 e 90 dB(A). Acima desse limite, corre-se o risco de modificar o limiar auditivo dos indivíduos expostos ao ruído, principalmente em longos períodos de tempo, causando hipoacusia (MERLUZZI et al., 1987).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de ruído emitidos por um trator em distintas operações agrícolas, em diferentes raios de afastamento, e comparar os resultados com as normas vigentes no Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O ruído é uma onda sonora, ou um complexo de ondas sonoras, que podem causar sensação de desconforto e uma gradual perda da sensibilidade auditiva humana (TIBIRIÇÁ, 1997). Segundo Grandjean (1982), o ruído é um complexo de sons que está presente, de forma contínua, na vida diária dos seres humanos. O risco de problemas auditivos é determinado pelo nível de som, pela frequência e pelo tempo de exposição.

É medido em uma escala logarítmica, numa unidade denominada decibel (dB) (IIDA, 1990). Quanto às escalas utilizadas nas medições de nível de ruído, Gerges (1992) comenta que existem várias escalas e critérios desenvolvidos para quantificar e garantir o conforto acústico e o estado do sistema auditivo. O mesmo autor cita circuitos eletrônicos de sensibilidade variável com a frequência, que modelam o comportamento do ouvido humano e são padronizados e classificados como A, B, C e D.

São caracterizados como nocivos aos operadores de acordo com a altura que depende da frequência da onda sonora e com a intensidade que depende da energia que atinge uma determinada área (MIALHE, 1996). A exposição prolongada a ruídos de alta altura e intensidade, por diversas horas por dia e por muitos meses, tem efeito nocivo sobre a audição. Como os tratores são, algumas vezes, projetados sem silencioso e, com frequência, é retirado deles esse acessório, não é de se estranhar que surjam casos de perdas permanentes de audição entre tratoristas (KAHIL, 1995).

Simone et al. (2006) citam que os ruídos vêm de diferentes fontes nas máquinas agrícolas. O escape que causa ruído de grande intensidade é responsável por 45 a 60% do ruído total, as demais fontes são: aspiração com 15 a 20%, ventilador com 12 a 20%, e vibração, com 15 a 20% do ruído total. Estes são ruídos emitidos com média intensidade.

Oliveira et al. (1998) comparou os ruídos emitidos em operações de preparo de solo, usando arado, grade e sulcador e concluiu que, nas principais operações agrícolas, o tratorista também fica suscetível a problemas de audição.

Santos Filho et al. (2004), visando determinar os níveis de ruído emitidos por um trator agrícola executando a operação de gradagem em diferentes velocidades de trabalho, concluiu que, apesar de não ter sido feito um teste audiométrico, os níveis de ruído medidos em todas as velocidades de deslocamento do trator indicaram uma condição de trabalho desconfortável para o tratorista, proporcionando-lhe risco de hipoacusia. O sistema trator-implemento emitiu níveis de ruído acima dos limites estipulados pela norma NB 95, como

também acima do limite de 85 dBA para oito horas de exposição diária, estabelecido pela NR-15 (BRASIL, 2009), sendo a terceira marcha a que emitiu o maior nível de ruído.

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.

Com relação a tratores sem cabines, Santos Filho (2002) comparou os ruídos causados por um destes, em diferentes velocidades e concluiu que foi extremamente desconfortável para o tratorista, proporcionando grande risco de danos na audição.

Já segundo Fernandes (2003) e Simone et al. (2006), os tratores nacionais, sem cabines acústicas, emitem níveis de ruído acima dos limites toleráveis (média de 97 dB), o que torna insalubre a sua operação. Porém, também foram apresentadas medidas para diminuição desse problema, como a alteração na posição do escapamento, passando os tubos por baixo e para trás do trator e posicionamento da câmara de expansão no final da tubulação. Dessa forma, a situação deixa de ser insalubre para apenas desconfortável.

A permanência em locais de trabalho que apresentam níveis de ruído de 85 a 90 dBA oferece, segundo Verdussen (1978) e Simone et al. (2006), grande risco a surdez, o qual aumenta em função da dependência da frequência dos ruídos e do tempo de permanência nesta situação. Para esse autor, a exposição, por tempo superior a cinco horas, a ruídos que atinjam 110 dBA, tem conseqüências bastante graves, enquanto a 160 dBA, ocorre surdez imediata e irreversível.

Dias (2006) avaliou 600 trabalhadores de 15 a 60 anos que sofreram acidentes ocupacionais típicos entre maio e outubro de 2004. Ajustou um modelo de regressão logística múltipla, tendo como variável independente o acidente do trabalho, controlada por co-variáveis de interesse, entre elas a exposição ao ruído. Os resultados foram que o risco de sofrer acidente do trabalho é cerca de duas vezes maior entre trabalhadores expostos ao ruído, controlado para diversas co-variáveis e afirma que a exposição ocupacional ao ruído não só deteriora a saúde auditiva do trabalhador, mas também se constitui em fator de risco para acidentes do trabalho.

Mesmo com o uso de protetores auriculares ainda podem ser notados alguns inconvenientes. Rodrigues (2006) avaliou a eficácia de protetores pequenos, médios e grandes em 15 homens e 15 mulheres com idade entre 18 e 45 anos expostos ocupacionalmente a ruídos. Estes foram submetidos à avaliação audiológica convencional, audiometria em campo livre sem protetor auricular de inserção, com protetor tamanho universal e com tamanho adequado a cada indivíduo. O teste se mostrou significativo e os resultados mostraram

eficácia dos protetores auriculares pequeno e grande sobre os protetores tamanho universal em um programa de conservação auditiva. Isso mostra que o protetor deve ser específico em tamanho para cada característica do operário.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de avaliação dos níveis de ruído foram realizados em área experimental da Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, localizada no município de Uberlândia-MG. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999), com textura superficial muito argilosa. No momento do ensaio, o solo apresentava consistência friável.

Para a análise do nível de ruído junto ao ouvido do operador, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial (2 x 4): duas rotações do motor (1700 e 2000 rpm) e três diferentes implementos (arado, grade e semeadora), mais uma testemunha (trator parado).

Antes do início de cada determinação dos níveis de ruído, foi medido o ruído de fundo, a velocidade do vento, a umidade e a temperatura do ar. Foi utilizado um protetor de ventos, junto ao microfone do medidor de pressão sonora, com o intuito de uniformizar as condições de leitura e evitar a influência de possíveis rajadas de vento.

Foi utilizado um medidor de pressão sonora (decibelímetro), no circuito de resposta lenta (slow) e de equalização "A". A escala utilizada foi o decibel (dB). As determinações foram baseadas na NBR 9999 (ABNT, 1987), específica para a medida de ruído em tratores e seus efeitos sobre o tratorista.

Os ensaios foram realizados empregando-se um trator agrícola John Deere 4 x 2 com tração dianteira auxiliar, modelo JD6615 ano 2009 (80 horas de uso), com motor do ciclo Diesel de seis cilindros e potência de 89,06 kW (121 cv), a 1700 e 2000 rpm. Foram avaliados três implementos: um arado de três discos fixos (26") montado, uma grade destorroadora-niveladora (24 discos de 18") arrastada e uma semeadora-adubadora arrastada de oito linhas, para plantio direto, sendo que está se encontrava sem carga.

Empregaram-se as mesmas características de solo para os três implementos. A aração foi feita a 20 cm, a gradagem a 12 cm e a semeadora foi regulada para deposição de sementes a 3,5 cm de profundidade.

O trator apresentava pneus traseiros Pirelli TM98 - 23.1-30, com 80 kg de lastro e $\frac{3}{4}$ de água em cada pneu, à pressão de 97 kPa (14 psi), e pneus dianteiros Goodyear Dynatorque II - 14.9-26, também com 80 kg de lastro e $\frac{3}{4}$ de água em cada pneu, à pressão de 97 kPa (14 psi).

As leituras foram realizadas próximas ao ouvido do operador, do lado em que estava posicionado o escapamento de saída dos gases do motor, onde se supõem ser o lado de maior

nível de ruído emitido pelos tratores. A partir desses valores, foram analisados os tempos de exposição máxima que o operador poderia ficar exposto, sem o uso de protetores auriculares, de acordo com a NR-15 (BRASIL, 2009).

Também foram feitas leituras em raios de afastamento de 2 m de distância do trator, em cada um dos quatro lados, nas direções laterais até dez metros de distância. As leituras foram efetuadas em cada raio de afastamento, em períodos de 5 segundos, aproximadamente. Quando as dispersões entre os valores foram superiores a 3 dB(A), foram feitas outras medições até que as leituras atingissem boa uniformidade.

De posse dos dados de ruído e distância em relação ao trator, foram construídas superfícies de resposta, utilizando-se o programa Surfer (versão 5.01).

Os dados foram submetidos a análise de variância, e comparados por meio do teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, tem-se a análise de variância do nível de ruído junto ao ouvido do operador em função da rotação do motor e do implemento utilizado. Nota-se que a interação foi significativa, indicando a dependência entre os dois fatores analisados. Desta forma, procedeu-se ao desdobramento da interação para comparação de médias.

Tabela 1. Análise de variância do nível de ruído junto ao ouvido do operador, em função da rotação do motor e do implemento utilizado

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
IMPLEMENTO	3	91,438437	30,479479	240,430	0,0000
ROTACAO	1	41,177813	41,177813	324,821	0,0000
IMPLEMENTO*ROTACAO	3	12,210938	4,070313	32,108	0,0000
erro	24	3,042500	0,126771		
Total corrigido:	31	147,869688			
CV (%) = 0,40					
Média geral:	89,5968750	Número de observações:		32	

* Significativo ao teste de Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 2, tem-se os níveis de ruído (dB(A)) junto ao ouvido do operador, emitido pelo trator durante a operação com arado de discos, grade e semeadora, nas rotações de motor 1700 e 2000 rpm.

Tabela 2. Níveis de ruído (dB(A)) junto ao ouvido do operador, emitido pelo trator durante a operação com arado de discos, grade e semeadora, nas duas rotações do motor

Implemento	Ruído - posição 0		Média
	1700 rpm	2000 rpm	
Arado	87,00 a A	90,02 b B	88,51
Grade	88,32 b A	91,80 c B	90,06
Semeadora	92,00 c A	92,25 c A	92,12
Testemunha	86,52 a A	88,85 a B	87,69
Média	88,46	90,73	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O maior nível de ruído foi observado no conjunto trator-semeadora, pois é o implemento que provavelmente demanda a maior potência para ser tracionado entre os analisados. Contudo, a 2000 rpm não houve diferença significativa entre o conjunto trator-grade e trator-semeadora. Este foi o único conjunto que não teve diferença estatística entre as duas rotações. Nos outros conjuntos sempre os níveis de ruído na rotação 1700 rpm se

diferenciaram estatisticamente, sendo menores que os níveis na rotação de 2000 rpm. O conjunto trator-arado foi o que apresentou os níveis mais próximos a testemunha (trator parado), porém até mesmo a testemunha apresentou níveis acima do permitido pela norma para 8 horas de exposição diária sem protetor auricular.

De acordo com a norma vigente, o valor limite é de 85 dB para uma exposição máxima de 8 horas de trabalho, sem que seja necessário o protetor auricular. Com a comparação feita junto à norma, percebe-se que todos os conjuntos nas duas rotações analisadas apresentaram níveis de ruído acima do permitido.

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.

Os dados encontrados também estão de acordo com Lima et al. (1998). Foi determinado e identificado fontes e níveis de ruído em tratores florestais. Deste estudo os autores concluíram que a fonte de maior ruído está diretamente ligada à localização do motor e à saída do coletor dos gases de exaustão, e que quanto maior a potência do motor do trator maior era o nível do ruído emitido.

Santos Filho et al. (2004), visando determinar os níveis de ruído emitidos por um trator agrícola em operação de gradagem em diferentes velocidades de trabalho, concluiu que, apesar de não ter sido feito um teste audiométrico, os níveis de ruído medidos em todas as velocidades de deslocamento do trator indicaram uma condição de trabalho desconfortável para o tratorista, proporcionando-lhe risco de hipoacusia. O sistema trator-implemento emitiu níveis de ruído acima dos limites estipulados pela norma NB 95, como também acima do limite de 85 dBA para oito horas de exposição diária, estabelecido pela NR-15 (BRASIL, 2009), sendo a terceira marcha a que emitiu o maior nível de ruído.

Com base na mesma norma, elaborou-se a Tabela 3, onde é mostrado o tempo máximo de exposição do operador nas condições estabelecidas, considerando-se o nível sonoro equivalente e a ausência de protetor auricular.

Tabela 3. Tempos de exposição diária máxima permissível, de acordo com os níveis de ruído emitidos pelo trator durante a operação com arado de discos, grade e semeadora, trabalhando em duas rotações do motor, considerando-se o nível sonoro equivalente e a ausência de protetor auricular

Implemento	Rotação (rpm)	Ruído (dBa)	Máx. exposição diária
Arado	1700	87,00	6 horas
Arado	2000	90,02	4 horas
Grade	1700	88,32	5 horas
Grade	2000	91,80	3 horas
Semeadora	1700	92,00	3 horas
Semeadora	2000	92,25	3 horas
Testemunha	1700	86,52	6 horas
Testemunha	2000	88,85	4,5 horas

Analisando-se os valores encontrados, percebe-se a necessidade de conscientização dos operadores quanto à importância da utilização dos equipamentos de proteção individual, pois a jornada de trabalho é de 8 horas e, em nenhuma das operações citadas, o operador poderia ficar por toda a jornada sem proteção auricular.

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. Visto que a maioria dos tratores utilizados no Brasil são sem cabine, prevalece a necessidade do uso de protetores.

Apesar de alguns modelos de protetor auricular permitirem níveis de redução de ruído superior a 20 dB(A), Pessina e Guerretti (2000), avaliando a eficiência de vários dispositivos para a redução de ruído no ouvido de operadores de tratores agrícolas, concluíram que, em média, os dispositivos de proteção auricular permitem uma atenuação do nível de ruído na ordem de 10 dB(A).

A partir das leituras junto ao ouvido do operador, foram feitas outras leituras distanciadas de 2 metros até a distância máxima de 10 metros nos quatro lados do trator, considerando parte frontal, traseira, esquerda e direita. Com os resultados, foram elaborados gráficos para acompanhar a tendência do nível de ruído com o aumento da distância, conforme mostrado nas Figuras 1 a 6. Para cada implemento e rotação diferente, foi criado um gráfico, em que o trator encontra-se no centro.

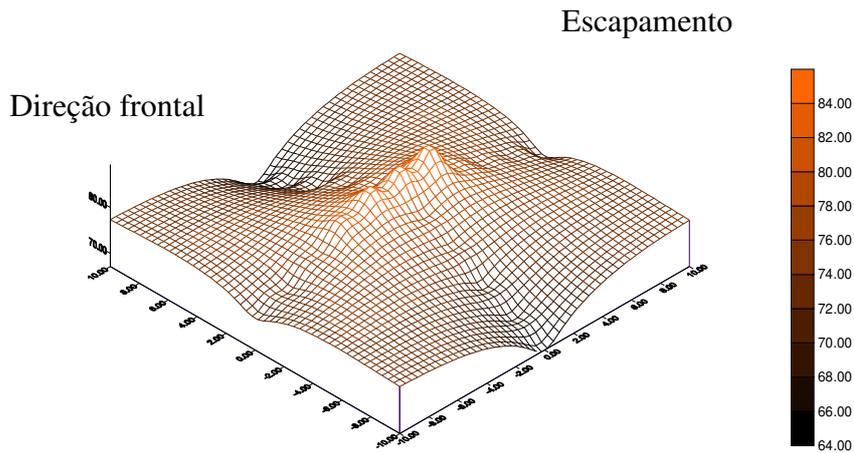


Figura 1. Níveis de ruído (dB(A)) emitido pelo trator durante a operação com arado de discos, trabalhando a 1700 rpm no motor, em função do raio de afastamento.

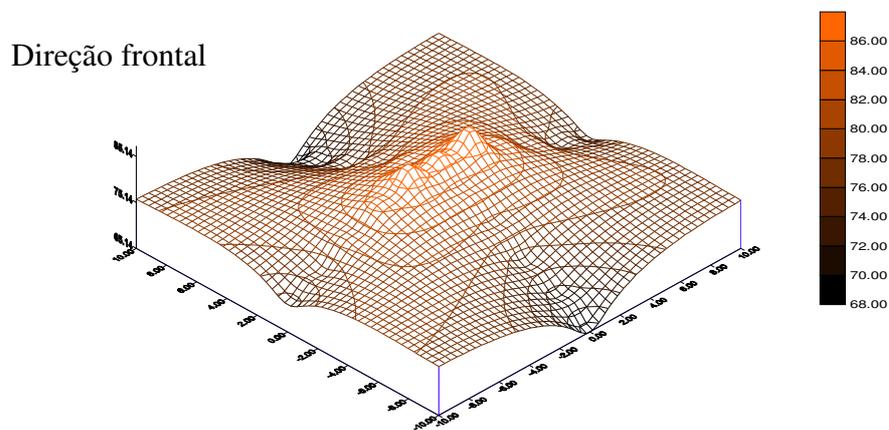


Figura 2. Níveis de ruído (dB(A)) emitido pelo trator durante a operação com arado de discos, trabalhando a 2000 rpm no motor, em função do raio de afastamento.

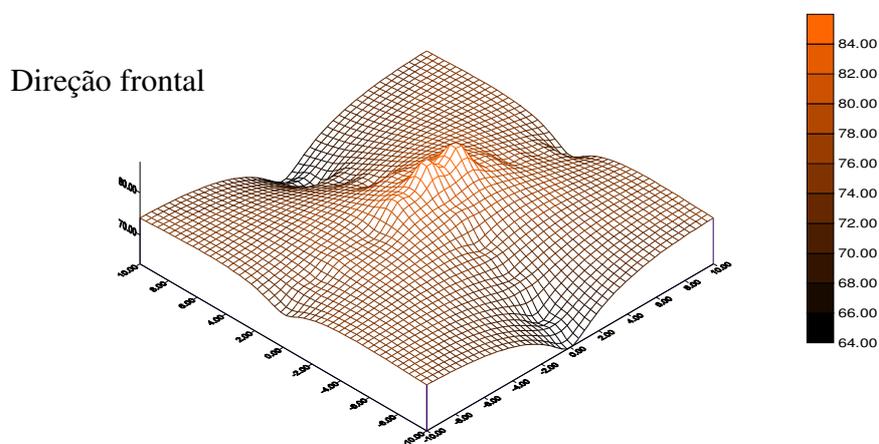


Figura 3. Níveis de ruído (dB(A)) emitido pelo trator durante a operação com a grade, trabalhando a 1700 rpm no motor, em função do raio de afastamento.

Direção frontal

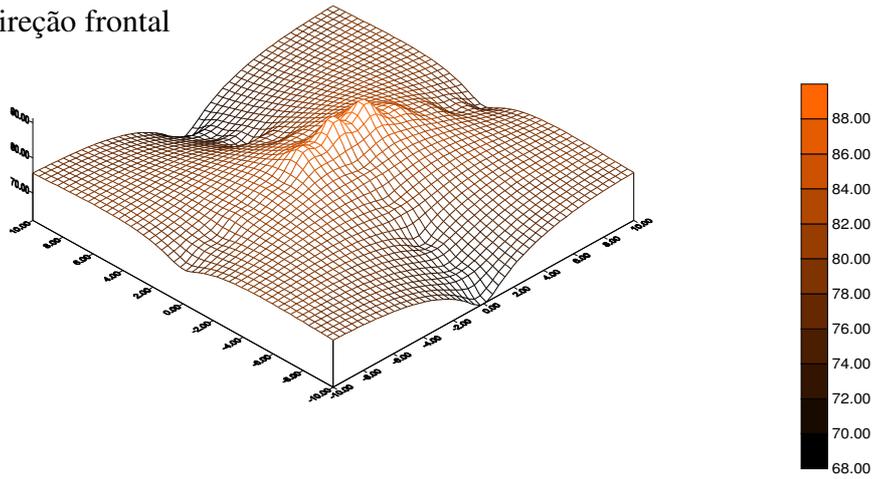


Figura 4. Níveis de ruído (dB(A)) emitido pelo trator durante a operação com a grade, trabalhando a 2000 rpm no motor, em função do raio de afastamento.

Direção frontal

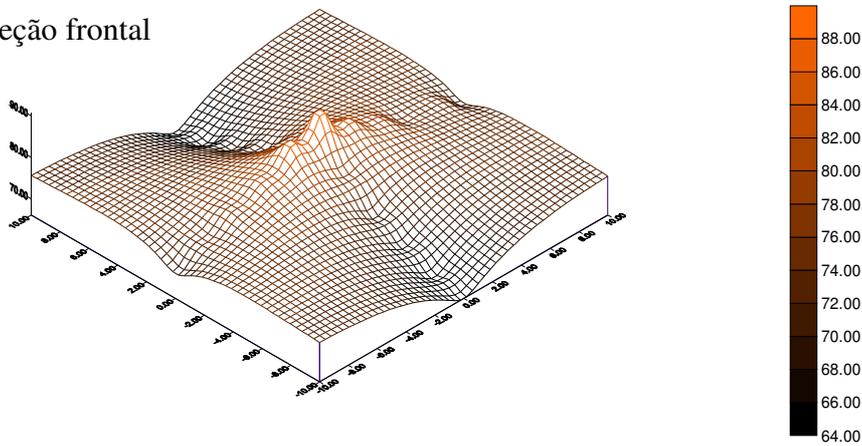


Figura 5. Níveis de ruído (dB(A)) emitido pelo trator durante a operação com a semeadora, trabalhando a 1700 rpm no motor, em função do raio de afastamento

Direção frontal

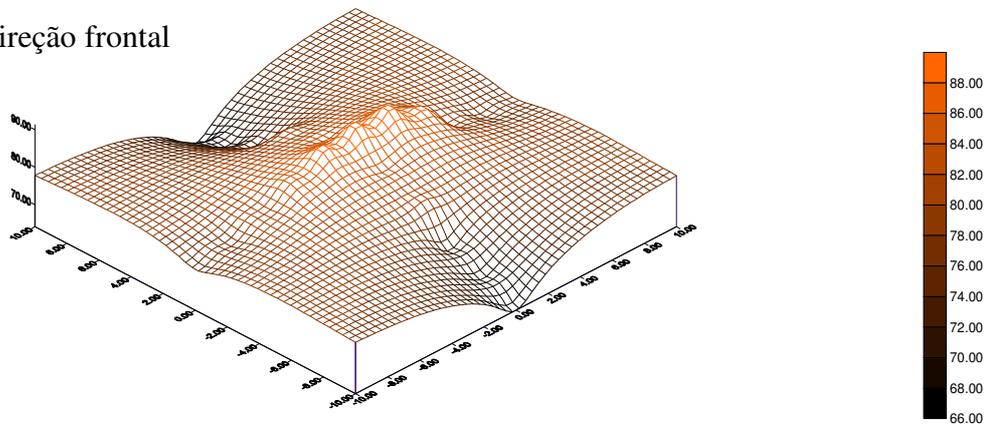


Figura 6. Níveis de ruído (dB(A)) emitido pelo trator durante a operação com a semeadora, trabalhando a 2000 rpm no motor, em função do raio de afastamento.

Observa-se pelas figuras a mesma tendência do nível de ruído para os diferentes conjuntos e rotações. Isso já era esperado, pois quanto mais afastado da fonte do ruído, menor tende a ser o seu valor. Contudo, esta análise permite verificar em quais distâncias da fonte do ruído, as pessoas que trabalham perto das máquinas podem permanecer sem o protetor auricular. Nota-se que existe uma clara influência do tubo de escapamento no nível de ruído, pois junto ao lado dele encontram-se os maiores níveis de ruído. Portanto, a mitigação dos problemas de ruído em tratores deve concentrar-se principalmente na utilização de silenciadores junto ao escapamento.

Na Tabela 4, mostram-se os níveis de ruído emitido pelo trator, trabalhando com arado, grade e semeadora a 1700 e 2000 rpm no motor, em função da média dos quatro lados do raio de afastamento. Com a utilização do conjunto trator-arado, os níveis de ruído se mostraram dentro da norma vigente, para trabalho sem o uso de protetor auricular, em todas as distâncias avaliadas. Com o conjunto trator-grade, os níveis de ruído também se mostraram dentro da norma.

Tabela 4. Níveis de ruído médio emitido por um trator em diferentes condições operacionais, em função do raio de afastamento.

Raio de afastamento (m)	Nível de ruído (dB(A))	Raio de afastamento (m)	Nível de ruído (dB(A))
1700 rpm no motor		2000 rpm no motor	
Conjunto trator-arado			
2	84,04	2	85,06
4	79,26	4	80,66
6	75,3	6	76,49
8	71,07	8	73,05
10	67,94	10	70,42
Conjunto trator-grade			
2	82,81	2	82,92
4	76,15	4	77,22
6	73,76	6	74,08
8	69,77	8	71,79
10	66,72	10	69,05
Conjunto trator-semeadora			
2	85,2	2	87,05
4	79,79	4	83,6
6	74,24	6	74,97
8	70,73	8	72,44
10	67,02	10	69,86

Com o conjunto trator-semeadora, os níveis de ruído também foram inferiores ao limite máximo da norma, com exceção da avaliação feita a dois metros de distância do

operador. Vale ressaltar que a Tabela 4 apresenta a média dos quatro lados do conjunto, porém no lado do tubo de escapamento do trator, o nível de ruído é superior, conforme pode ser visto nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

No caso do conjunto trator-semeadora, é comum que exista um auxiliar que vai sobre a semeadora com a função de verificar se há entupimentos e a quantidade de sementes que estão sendo liberadas. Ele fica de 2 a 4 metros da fonte de ruído e, portanto, dependendo da distância, pode ser necessário o uso de protetor auricular em longas jornadas de trabalho. De acordo com os níveis medidos no lado de maior intensidade, para uma rotação de 1700 rpm, na distância de 2 metros, o nível de ruído mais alto foi de 88,03 dB e na distância de 4 metros, 85,4 dB. Para a rotação de 2000 rpm, na distância de 2 metros, o nível foi 91,93 dB, enquanto que na distância de 4 metros, o nível mais alto foi de 87,2.

Percebe-se que, dependendo do lado que se fizer o maior ruído e do lado onde se encontram pessoas trabalhando, torna-se necessária uma verificação dos níveis de ruído para constatação da necessidade de uso de equipamentos de proteção.

5 CONCLUSÕES

As operações avaliadas (aração, gradagem e semeadura) apresentaram níveis de ruído, medido junto ao ouvido do operador, acima do limite de 85 dB(A) para 8 horas de exposição diária, sem protetor auricular, estabelecido pela NR-15.

O aumento da rotação de trabalho do trator levou ao incremento dos níveis de ruído nas operações de aração e gradagem.

Com relação aos raios de afastamento para o conjunto trator-semeadora, os níveis de ruído analisados se mostraram fora da norma no lado em que se encontra o escapamento do trator até quatro metros de distância.

Como soluções para resolver esses problemas em relação ao ruído tem-se que é função das fábricas sempre tentar diminuir ao máximo esses níveis e também os operadores que devem se conscientizar que usando os EPIs, estão fazendo um bem pra si próprio.

Há a necessidade de se aprofundar os estudos das fontes de ruído e sua mitigação nos tratores agrícolas, de forma a melhorar a condição de trabalho para o operador.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 95**: Níveis de ruído aceitáveis. São Paulo: ABNT, 1966. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9999** Medição do nível de ruído, no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 21p.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. Atividades e operações insalubres. NR-15**. Disponível em: < http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2009.

DIAS, A.; CORDEIRO, R.; GONÇALVES, C.G.O. Exposição ocupacional ao ruído e acidentes do trabalho. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.10, p.2125-2130, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.

FERNANDES, H.C. **Avaliação dos níveis de ruído emitidos por diferentes conjuntos mecanizados**. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos901/niveis-ruído-mecanizados/niveis-ruído-mecanizados.shtml>. Acesso em: 18 set 2008.

FERNANDES, J.C. Barulho ensurdecador. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v.17, p.6-8, 2003.

FERNANDES, J.C. Estratégias para diminuição do ruído em tratores agrícolas – Parte I: alteração da posição da exaustão. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1996, Bauru, SP. **Anais...** Bauru. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. p.172.

GERGES, S.N.Y. **Ruído**: fenômenos e controle. Florianópolis: UFSC. 1992. 660p.

GRANDJEAN, E. **Fitting the task to the man**: an ergonomic approach. London: Taylor & Francis, 1982. 379p.

IIDA, I. **Ergonomia**: Projeto e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 1990. 465p.

KAHIL, M. A. **Avaliação ergonômica dos níveis de ruído de alguns tratores e equipamentos agrícolas de fabricação nacional**. 1995. 66f. Dissertação (Mestrado em energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LIMA, J. S. S.; FERNANDES, H. C.; VITÓRIA, E. L. Determinação do nível de ruído e identificação da fonte e tratores florestais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 18, n. 2, p. 55-61, 1998.

MERLUZZI, F.; DIGHERA, R.; DUCA, P. Soglia uditiva di lavoratiriron espositi a rumore professionale: valore de riferimento. **La Medicina Del Lavoro**, Roma, v.6, n.78, p.427-440, 1987.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios e certificação**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 1996. 722p

OLIVEIRA, N.V.; ARAÚJO, M.C.; BARBOSA, J.C.; SOBRINHO, A.T. 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.

PESSINA, D.; GUERRETTI, M. Effectiveness of hearing protection devices in the hazard reduction of nois from used tractors. **Journal of Agricultural Engineering Resource**, London, v. 75, n.1, p. 73-80, 2000.

RODRIGUES, M.A.G.; DEZAN, A.A.; MARCHIORI, L.L.M. Eficácia da escolha do protetor auditivo pequeno, médio e grande em programa de conservação auditiva. **Revista CEFAC**, São Paulo, v.8, n.4, p543-547, 2006.

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. 53f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SANTOS FILHO, P.F.; FERNANDES, H.C.; QUEIROZ, D.M.; SOUZA, A.P.; CAMILO, A.J. Utilização de um sistema de aquisição automática de dados para avaliação dos níveis de ruído de um trator agrícola de pneus. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n. 3, p. 381-386, 2004.

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

SIMONE, M.; DRAGHI, L.; HILBERT, J.; COLLAZO, D.J. **El tractor agrícola: Fundamentos para su selección y uso**. Mendoza: INTA, 2006. 256p.

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

VERDUSSEN, R. **Ergonomia: a racionalização humanizada do trabalho**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978. 162p.

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

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