

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DA CABINE DE TRATORES AGRÍCOLAS NA EXPOSIÇÃO DOS TRATORISTAS AO RUÍDO

Edson Henrique Bergamasco, ehbergamasco@hotmail.com¹
João Candido Fernandes, jcandido@feb.unesp.br²

¹Universidade Estadual Paulista, Av. Luiz E. Coube 14-01, CEP: 17033-360, Bauru, SP.

² Universidade Estadual Paulista, Av. Luiz E. Coube 14-01, CEP: 17033-360, Bauru, SP.

Resumo: A perda de audição dos trabalhadores rurais, especificamente a do tratorista, tem como principal causa o ruído gerado por máquinas no seu ambiente de trabalho. Das máquinas agrícolas, o trator, é a máquina mais utilizada pelo homem do campo, seja para preparar o solo, plantar, cultivar, entre outras atividades agrícolas. Neste contexto, as cabines para tratores agrícolas, são uma excelente alternativa para se diminuir a exposição do operador ao ruído, além de isolar o operador de injúrias como o sol, chuva, poeira, gases e calor do motor, efeito deriva de defensivos, vibrações, e outros. O presente estudo avalia a influência das cabines de tratores no nível de ruído a que está exposto o tratorista. A metodologia consistiu em avaliar 34 tratores agrícolas de diferentes fabricantes e potências de motor, nas seguintes situações: sem cabine, com cabine original e com cabine não original (similar). Os níveis de ruído foram medidos próximo ao ouvido do operador e comparados com Portaria no 3.214/78 (NR 15) do Ministério do Trabalho. Os resultados mostraram que os tratores sem cabine apresentam níveis de ruído de até 98 dB(A), muito acima da exposição máxima permitida pela NR 15 [85 dB(A)], colocando a cabine como equipamento de segurança essencial para a prevenção da Perda Auditiva dos tratoristas. As cabines originais apresentaram uma atenuação média de 13,1 dB, fornecendo a atenuação necessária para a proteção auditiva aos operadores. As cabines não originais apresentaram grandes variações de atenuações, com valor médio de 1,0 dB. Em várias situações o trator com cabine não original apresentou nível de ruído superior ao trator sem cabine. A análise dos resultados permitiu concluir que os tratores sem a proteção das cabines geram altos níveis de ruído indicando condições de trabalho de extremo desconforto e grande risco de perda de audição aos tratoristas. As cabines originais apresentaram atenuação acústica muito superior às cabines não originais.

Palavras-chave: Ruído, Trator, cabine, perda de audição.

1. INTRODUÇÃO

A perda de audição dos trabalhadores rurais, especificamente a do tratorista, tem como principal causa o ruído gerado por máquinas no seu ambiente de trabalho. Atualmente, as leis para a segurança do trabalho estão se tornando mais rigorosas para as empresas, em função de melhores condições de trabalho ao trabalhador. Das máquinas agrícolas, o trator, é a máquina mais utilizada pelo homem do campo, seja para preparar o solo, plantar, cultivar, entre outras atividades agrícolas. O trator é simplesmente o seu braço forte no dia a dia de trabalho, mas essa relação homem X máquina tem que ser respeitada, principalmente no quesito ruído gerado pelo trator, na qual o tratorista está exposto durante o seu trabalho (Fernandes, 1991).

No geral os tratores apresentam níveis de ruído acima dos limites estabelecidos pela Portaria no 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego, ou seja, acima dos 85 dB (A) para 8 horas diárias de trabalho estabelecido em função do ruído do motor; os ruídos são maiores para as marchas que proporcionam maiores velocidades, para rotações mais altas do motor e para operações agrícolas que exigem mais do motor em potência trabalhando numa rotação nominal do motor mais alta, gerando um ruído acima dos valores permitidos pela legislação brasileira e fazendo com que as atividades se tornem insalubres (Fernandes, 2011).

Neste contexto, as cabines para tratores agrícolas, são uma excelente alternativa para se diminuir a exposição do operador ao ruído, traz maiores benefícios, conseguem também isolar o operador de injúrias como: sol, chuva, poeira, gases e calor do motor, efeito deriva de defensivos, vibrações, e outros (Fernandes, 2006).

O objetivo desta pesquisa científica de caráter experimental foi verificar a influência da cabine do trator na atenuação do ruído no posto de trabalho do tratorista, tendo como referência a Portaria no 3.214/78-NR15-CLT do Ministério do Trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A indústria teve o seu desenvolvimento a partir da Revolução Industrial, através da implantação de grandes centros de produção cujos componentes e máquinas industriais eram, muitas vezes, extremamente ruidosos. No início do século XX surgiram os primeiros tratores agrícolas a vapor que ao longo da evolução foram adaptados para motores a diesel dos quais estes geram ruídos contínuos e de alto nível em decibel, além do limite do aparelho auditivo humano tornando estas atividades insalubres (Silveira et al., 2007).

O conforto do tratorista constitui um importante diferencial no aumento da produtividade nas operações agrícolas. As cabines providas de ar-condicionado e poltronas confortáveis favorecem o trabalho dos operadores de máquinas, pois a temperatura elevada, o ruído e vibrações geram desconforto significativo. A diminuição dos níveis de vibração e ruído em veículos agrícolas implica avanços nos projetos, no sentido de obter um melhor aproveitamento de potência e diminuição de desgaste e de esforços mecânicos (Santos Filho, 2002).

Pelo fato do homem ficar exposto a condições de deterioração do sistema auditivo por exposição ao ruído por tempo prolongado em condições de trabalho, nas mais diversas operações agrícolas com o trator agrícola, faz-se necessário que se tenha o conhecimento sobre o funcionamento e o comportamento do sistema de audição.

2.1 O Ruído em tratores agrícolas

Fernandes (1996) cita 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.

A diminuição do nível de ruído com a consequente melhora do ambiente de trabalho, é necessário entender os princípios básicos de sua geração, transmissão e recepção. O reconhecimento do som é feito no ouvido pela mudança de pressão do ar ambiente (Fernandes 2011).

O nível de ruído em tratores agrícolas é avaliado segundo normas internacionais e nacionais. Os critérios para a medição do ruído e estimativa do risco para o trabalhador foram inicialmente estabelecidos pela Norma ISO 1999 (1982) que estabeleceu limites para os níveis de ruído que ocorrem no posto de trabalho.

A perda da capacidade auditiva é função do tempo de exposição e do nível de ruído, sendo também importante à frequência de exposição e a sensibilidade de cada operador. É importante considerar, ainda, que as peculiaridades de cada operação agrícola causam variação na carga a qual está submetido o trator e no ruído emitido. Em função desses fatores, fica difícil estabelecer limites rígidos de insalubridade. O limite máximo, para uma jornada média de trabalho de 8 h, é de 85 dB, sendo que a cada 5 dB de acréscimo ao ruído, reduz-se em 50% a máxima exposição diária permissível.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) possui algumas normas sobre medições de ruído em máquinas agrícolas, sendo as principais a NBR 9999 (ABNT, 1987) e a NBR 10.400 (ABNT, 1988). A Norma NBR 10.152 (ABNT, 1987) estabelece os níveis máximos de ruído que permitem o mínimo de conforto aos ocupantes de um ambiente.

A legislação trabalhista brasileira (CLT) segue a Portaria Nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego. A Norma Regulamentadora nº 15 desta portaria refere-se às atividades e operações insalubres, levando também em consideração os limites relativos à exposição ao ruído e indicando, como prejudicial, o ruído de 85 dB (A) para uma exposição máxima de 8 horas diárias (Tab. 1).

Fernandes (1991) avaliou o nível de ruído em 148 tratores agrícolas nacionais, concluindo que “os níveis estão muito acima dos valores considerados salubres”. 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.

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.

Apesar do avanço tecnológico das máquinas agrícolas, no caso o trator, percebe-se que está longe de tornar-se uma máquina silenciosa de trabalho, na qual não gere ruído ao tratorista, assim como para o ambiente.

2.2 Atenuação do nível de ruído em cabines de tratores agrícolas de rodas

Existe no mercado de cabines agrícolas uma diversidade de empresas que fabricam diferentes modelos de cabines para as mais diferentes marcas de tratores agrícolas.

Analisando 111 tratoristas, Fernandes (1991) detectou 59,8% destes com problemas auditivos. A precocidade desta perda auditiva demonstra a severidade da exposição, sendo que 42,9% de pessoas com até cinco anos de trabalho em condições insalubres já apresentam perda de audição induzida por ruído. Ruídos acima de níveis considerados salubres,

além de prejudicar a saúde do operador, afetam negativamente seu desempenho no trabalho e aumentam o risco de acidentes, pois reduzem sua capacidade de concentração.

Tabela 1. Limite de tolerância para ruídos intermitentes e contínuos.

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Schlosser e Debiassi (2002) fizeram um estudo sobre a eficiência das cabines de tratores, elaborando uma lista dos pontos de entrada do som na cabine:

- Transmissão pela ancoragem da estrutura da plataforma;
- Transmissão pelos batentes das portas;
- União entre vidros das janelas e estrutura;
- Circulação do ar da ventilação ou do ar condicionado;
- Entrada forçada de ar por orifícios e frestas.

Schlosser et al. (2000), citados por Schlosser e Debiassi (2002), realizaram uma comparação em termos de nível de ruído à altura do ouvido do operador, considerando o mesmo trator com cabine e sem cabine. Os resultados indicaram que, na ausência de cabines, o ruído ficou acima dos limites considerados salubres para uma jornada de trabalho de oito horas (85 dB). A montagem da cabine reduziu o nível de ruído em, aproximadamente, 5 dB. Além disso, não houve diferenças significativas no nível de ruído com as janelas da cabine abertas, ou fechadas, até a rotação de 2.000 RPM. Nessa rotação, o ruído foi maior com as janelas abertas, o que pode ser explicado em razão de problemas construtivos apresentados pela cabine testada.

Campana (1984), ao estudar o nível de ruído em tratores com cabines, concluiu que 94,5% dos tratores avaliados apresentaram nível de ruído igual ou superior a 85 dB (A). Resultados semelhantes também foram obtidos por Zamberlan *et al.* (1988), que chegaram à conclusão de que, tanto em ensaios padronizados quanto em condições reais de trabalho, nenhum dos tratores estudados apresentou condições aceitáveis de trabalho aos tratoristas.

No mercado, as máquinas agrícolas foram sendo lançadas cada vez mais confortáveis e potentes, 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).

Segundo Fernandes (2003), 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.

Enfim, literatura é clara em afirmar que a cabine atenua o ruído gerado pelo motor, escape e outros, mas deve-se atentar a qualidade da fabricação dessas cabines, assim como o nível de atenuação conquistado, para que o ruído permaneça abaixo dos 85 dB (A).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em propriedades agrícolas, concessionárias de máquinas agrícolas e usinas de açúcar e álcool na região de Assis, SP, em ambiente aberto. As medições foram realizadas em 34 tratores agrícolas de rodas das marcas New Holland, John Deere, Valtra e Massey Fergusson (Tab. 2) em três condições: versão cabine original de fábrica, versão cabine não-original (similar) e versão sem cabine. As medições foram realizadas com o trator estacionado, em quatro rotações do motor (750, 1400, 1800 e 2100 rpm), totalizando 408 medições (O trator Massey Fergusson não foi testado com cabine original, pois não estava disponível).

Tabela 2. Tratores agrícolas da amostra.

Trator	Ano de fabricação	Marca	Modelo	Potência (CV)
1	2008	New Holland	TM7040	180
2	2008	New Holland	TM7040	180
3	2006	New Holland	TM180	180
4	2006	New Holland	TM180	180
5	2009	New Holland	TM7040	180
6	2009	New Holland	TM7040	180
7	1989	New Holland	6610	83
8	1989	New Holland	6610	83
9	1999	New Holland	TM140	140
10	1999	New Holland	TM140	140
11	2009	John Deere	5603	75
12	2009	John Deere	7515	140
13	2009	John Deere	7515	140
14	2009	John Deere	7515	140
15	2009	John Deere	7515	140
16	2009	John Deere	6415	106
17	2009	John Deere	6415	106
18	2009	John Deere	7715	182
19	2009	John Deere	7715	182
20	2009	John Deere	7715	182
21	2009	John Deere	7715	182
22	1989	Massey Ferguson	292	102
23	1989	Massey Ferguson	292	102
24	1993	Massey Ferguson	265	65
25	1986	Massey Ferguson	290	86
26	1986	Massey Ferguson	290	86
27	2008	Valtra	BH180	180
28	2002	Valtra	1580	145
29	2002	Valtra	1580	145
30	2010	Valtra	A850	75
31	2010	Valtra	BH180	180
32	2010	Valtra	BH180	180
33	2002	Valtra	1780	160
34	2002	Valtra	1780	160

Para a medição do nível de ruído, foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora digital da marca Instrutherm, modelo DEC - 5010, com escalas de intensidade de 35 e 130 dB, com microfone de eletreto direcional. O medidor avaliou o Leq (nível contínuo equivalente) durante o tempo de 3 minutos para cada medição, regulado no circuito de compensação “A”, resposta lenta, e posicionado próximo ao ouvido do tratorista, direcionado para frente do trator, conforme a NR 15, Portaria 3214/78 do MTE (Brasil, 1978).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis médios de ruído emitidos pelos tratores estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3.

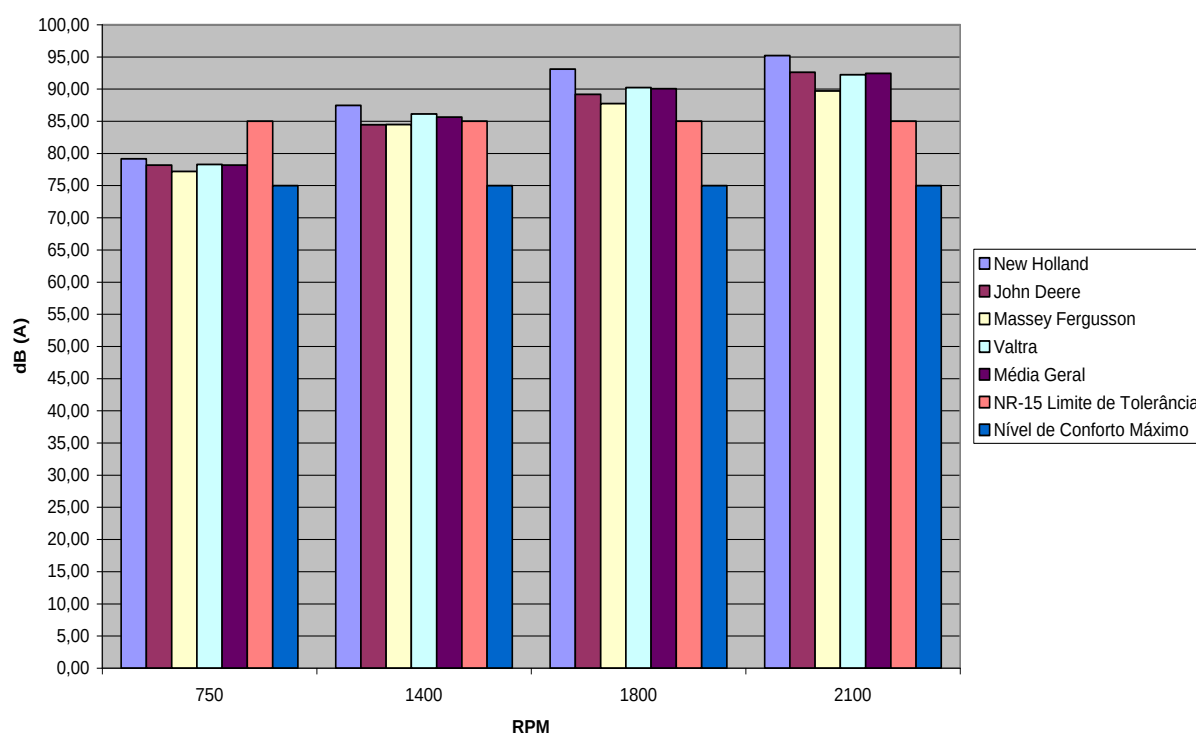


Figura 1. Média de ruídos em tratores agrícolas sem cabine.

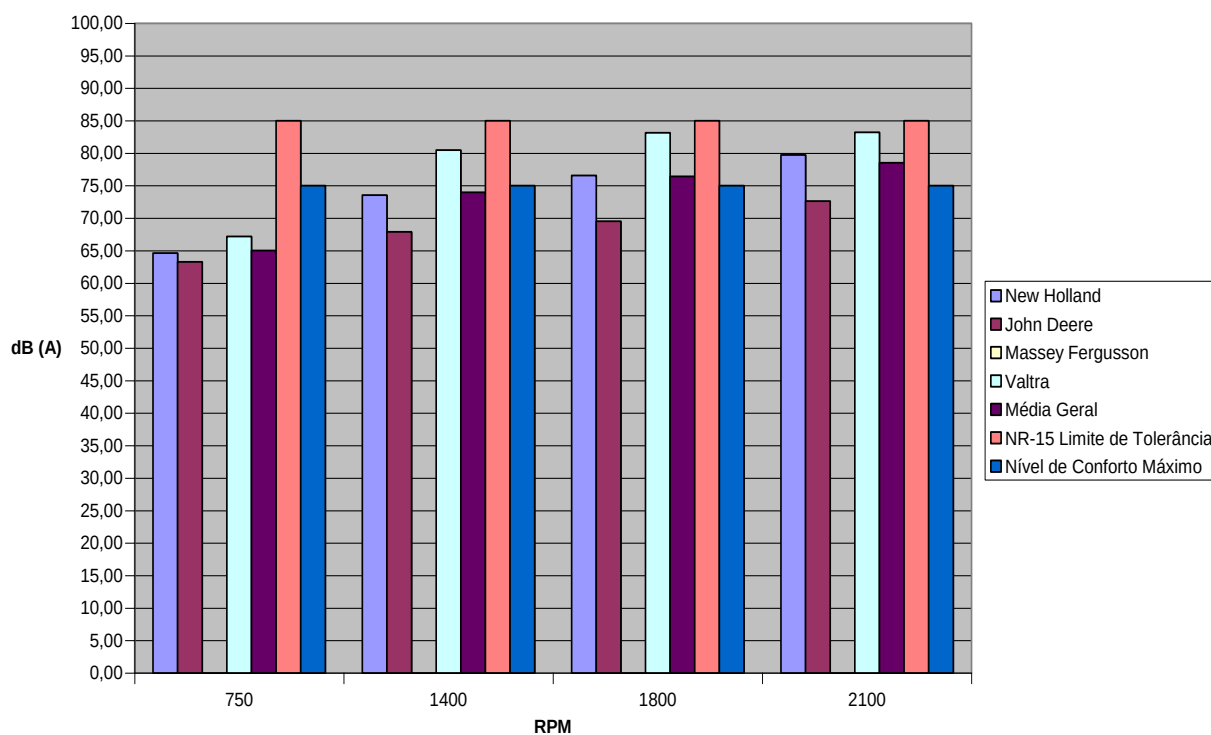


Figura 2. Média de ruídos em tratores agrícolas com cabine original.

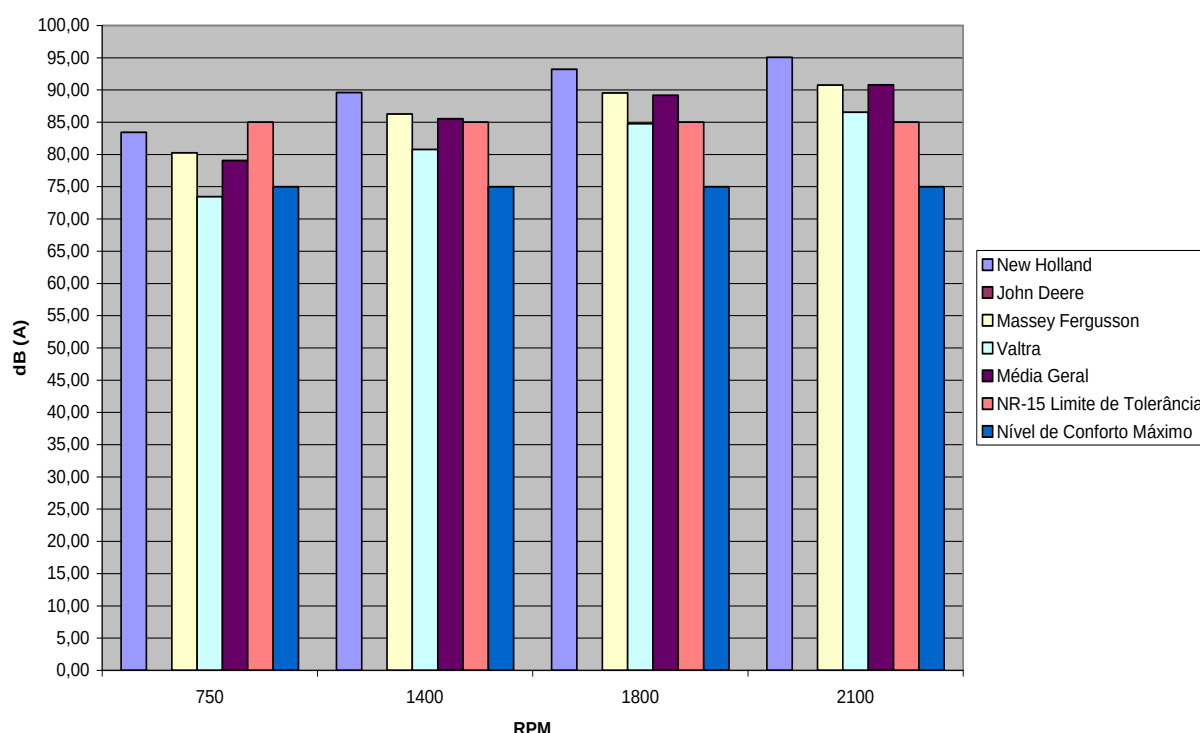


Figura 3. Média de ruídos em tratores agrícolas com cabine similar.

A versão sem cabine do trator agrícola apresentou altos níveis de ruído, na maioria das medições acima do limite de 85 dB(A), mostrando-se como uma máquina insalubre, que necessita da cabine para proteção do operador. Os tratores da marca New Holland apresentaram os maiores níveis, chegando a 96 dB(A) para 2100 rpm do motor. A instalação da cabine original nos tratores fez com que índices de ruído ficassem abaixo do limite de tolerância de 85 dB(A). A versão cabine não original (similar) mostrou uma atenuação no ruído menor que a cabine original. Para algumas marcas de tratores (como a New Holland) a atenuação foi insignificante.

A Tabela 3 apresenta os valores médios de ruído para as três condições dos testes nas quatro rotações do motor.

Tabela 3. Comparação dos níveis de ruído médio, em dB(A), para tratores agrícolas.

Rotação do motor (rpm)	Sem cabine	Cabine original	Cabine similar
750	78,2	65,0	77,0
1400	85,6	74,0	85,5
1800	90,1	76,4	89,2
2100	92,4	78,5	90,8

A Tabela 4 apresenta a atenuação média das cabines (original e similar) para cada rotação do motor.

Tabela 4. Atenuação média das cabines, em dB(A).

Rotação do motor (rpm)	Cabine original	Cabine similar
750	13,2	1,2
1400	11,6	0,1
1800	13,7	0,9
2100	13,9	1,6
Médias	13,1	1,0

As cabines originais apresentaram uma atenuação média de 13,1 dB, fornecendo a atenuação necessária para a proteção auditiva aos operadores. A cabine original que apresentou maior atenuação foi a John Deere (17,5 dB), seguida da New Holland (14,3 dB) e da Valtra (7,8 dB). As cabines não originais apresentaram grandes variações de atenuações, com valor médio de 1,0 dB. Em várias situações o trator com cabine não original apresentou nível de ruído superior ao trator sem cabine.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que foi desenvolvido este trabalho, pode-se concluir que:

- Os níveis de ruído dos tratores sem cabine indicaram uma condição de trabalho de extremo desconforto ao tratorista, havendo grande risco de perda de audição;
- O aumento da rotação do motor apresentou efeito significativo no nível de ruído, ou seja, quanto maior a rotação, maior o ruído gerado.
- As cabines originais apresentaram boa atenuação do som, reduzindo os níveis para valores inferiores a 85 dB(A) para 8 horas diárias, conforme Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho;
- As cabines similares apresentaram atenuação acústica insignificante, mostrando que apresentam graves falhas de projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987, “Medição do nível de ruído, no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas”, NBR 9999. Rio de Janeiro, 21p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987, “Níveis de ruído aceitáveis”, NBR 10152, Rio de Janeiro, 4 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1988, “Tratores agrícolas - determinação das características técnicas e desempenho”, NBR 10400, Rio de Janeiro, 22p.
- Brasil, 1978, “Portaria nº 3.214”, de 08 de junho de 1978 – NR 06, NR 07, NR 15, NR 17. São Paulo: Editora Atlas S.A., 66ª Edição.
- Campana, C.L., 1984, “Insalubridade residual por ruído em tratores cabinados”. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v.12, n.47, p.50-3.
- Fernandes, J.C., 1991, “Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operador”. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita - UNESP, Campus de Botucatu, SP. Tese de Doutorado.
- Fernandes, J. C., 2003, “Barulho ensurdecidor”, Cultivar Máquinas, Pelotas, v.17, p.6-8.
- Fernandes, J. C., 1996, “Estratégias para diminuição do ruído em tratores agrícolas – Parte I: alteração da posição da exaustão”, In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Bauru, SP. Anais... Bauru. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p.172.
- Fernandes, J. C., 2011, “O ruído ambiental: seus efeitos e seu controle”. Apostila do Curso de Engenharia Mecânica da UNESP, Bauru, SP.
- International Standard Organization, 1975, Norma ISO 1999 “Acoustics - assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes”.
- Kahil, M.A.; Gamero, C.A., 1997, “Níveis de ruído: Avaliação ergonômica de alguns tratores e equipamentos agrícolas”. Energia na Agricultura, Botucatu, v.12, n.3, p.46-53.
- Mialhe, L.G., 1996, “Máquinas agrícolas: ensaios e certificação”, Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 722p.
- Oliveira, N.V.; Araujo, M.C.; Barbosa, J.C.; Sobrinho, A.T., 1998, “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, Anais, Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 289 p.
- Santos Filho, P. F., 2002, “Avaliação dos níveis de ruído e vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática de dados”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 53p.
- Schlosser, J. F.; Debiasi, H., 2002, “Conforto, preocupação com o operador”. Cultivar Máquinas, Pelotas, n.7, Jan/Fev, p. 3-9.
- Silveira, J. C. M.; Fernandes, H. C.; Rinaldi, P. C. N.; Modolo, A. J., 2007, “Níveis de ruído em função do raio de afastamento emitido por diferentes equipamentos em uma oficina agrícola”. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, v.15, n.1, p.66-66 74, Jan./Mar.
- Vitória, E.L., 2000, “Avaliação do nível de ruído emitido por tratores em diferentes operações agrícolas”. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Mecanização Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Zamberlan, M.C.P.PL.; Ferreira, D.M.P.; Almeida, A.G., 1988, “Avaliação ergonômica de tratores agrícolas”. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, Unidade de Programas de Desenho Industrial, 138 p.

EVALUATION OF THE IMPORTANCE OF CABIN IN AGRICULTURAL TRACTORS OF DRIVERS NOISE EXPOSURE

Edson Henrique Bergamasco, ehbergamasco@hotmail.com¹
João Candido Fernandes, jcandido@feb.unesp.br²

¹Universidade Estadual Paulista, Av. Luiz E. Coube 14-01, CEP: 17033-360, Bauru, SP.

² Universidade Estadual Paulista, Av. Luiz E. Coube 14-01, CEP: 17033-360, Bauru, SP.

Abstract: *The present study evaluates the noise levels in agricultural tractors of different motor potencies and in the different cabins versions. The proposal of the research was the one of comparing with the Entrance in the 3.214/78-NR15-CLT of department of Labor, with the noise levels generated by the agricultural tractor, in the which the tractor driver is exposed in different work conditions. For ends of researches 34 agricultural tractors of wheels of different categories of motor potency were used and in the version options with original cabin of factory, similar and without cabin. Being this research, accomplished with the stopped tractor and with the motor in operation, being analyzed the different motor rotations, being simulated the different situations of demand of work of the agricultural tractor. The experiment was led in agricultural properties, concessionary of agricultural machines and plants of sugar and alcohol in Assis' area, SP. The results allowed the following conclusions: the version original cabin in all the rotations per minute evaluated it lessened the noise of the motor in up to 22 dB (A) being below 85 dB (A) in agreement with Norm NR-15, while the version similar cabin was above 85 dB (A) and the version without cabin was obtained results of 98 dB even (A) turning the unhealthy agricultural operation to the tractor driver.*

Keywords: Noise Tractor, Cabin, Hearing loss.