

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Wdiallen Felipe Gomes Silva de Souza**

**RUÍDO EMITIDO POR TRATORES AGRÍCOLA DE PNEUS NA PRODUÇÃO  
CAFEEIRA**

**Monte Carmelo – MG  
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Wdiallen Felipe Gomes Silva de Souza**

**RUÍDO EMITIDO POR TRATORES AGRÍCOLA DE PNEUS NA PRODUÇÃO  
CAFEIEIRA**

Plano de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Paula Cristina Natalino Rinaldi

**Monte Carmelo – MG  
2017**

**Wdiallen Felipe Gomes Silva de Souza**

**RUÍDO EMITIDO POR TRATORES AGRÍCOLA DE PNEUS NA PRODUÇÃO  
CAFEEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Agronomia,  
Campus Monte Carmelo, da  
Universidade Federal de Uberlândia,  
como parte dos requisitos  
necessários para obtenção do grau  
de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 14 de Junho de 2018

Banca Examinadora

---

Profa. Dra. Paula Cristina Natalino Rinaldi  
Orientadora

---

Prof. Dr. Cleyton Batista de Alvarenga  
Membro da Banca

---

Eng. Agrônomo Renan Zampiroli  
Membro da Banca

**Monte Carmelo - MG  
2018**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola é essencial na agricultura e, as atividades que antes eram realizadas somente com trabalho manual e animal, hoje são desenvolvidas com o auxílio de conjuntos mecanizados, ou seja, trator e implemento. Pode-se dizer que esse conjunto é capaz de realizar todas as atividades agrícolas, que vão desde a abertura da área, preparo de solo, adubação, pulverização e colheita. Com isso é possível atingir melhores índices de produtividade, o cultivo de maiores áreas com ganho de tempo e economia de recursos. De acordo com levantamentos aproximadamente 42.220 máquinas agrícolas foram produzidas em 2017, dos quais tratores de pneus representaram 84,14% da total produção (ANFAVEA, 2017).

Entretanto, sobre o uso de máquinas deve ser observado a relação homem-máquina, onde a ergonomia e a segurança no posto de operação agem sobre essa relação buscando a eficiência da realização do trabalho com o menor risco possível ao operador. Com os avanços tecnológico, possibilitou a melhor relação qualidade aos operadores, no sentido de impor ao homem uma carga de trabalho mais leve, visando à diminuição da exposição dos operadores.

Apesar de todos os aperfeiçoamentos realizados nas máquinas, existem desvantagens, do ponto de vista da ergonomia, existem vários tratores que não estão de acordo com as normas de segurança. A utilização de máquinas agrícolas, expõe o operador à poeira, insolação, vibração, calor, gases do motor, insetos, defensivos agrícolas e um forte ruído oriundo dessas máquinas (OLIVEIRA JUNIOR, 2011)

Santos Filho et al. (2003) avaliaram os ruídos causados por máquinas agrícolas e concluíram que os trabalhos de operação foram desconfortáveis para o operador, e que mesmo com o uso de protetores auriculares, ainda podem ser notados riscos à saúde. Grande parte dos acidentes envolvendo máquinas poderia ser evitado se as mesmas fossem dotadas de dispositivos de segurança, se os equipamentos de proteção fossem utilizados e se as regras de segurança fossem observadas durante a jornada de trabalho.

A diminuição do desempenho dos operadores de tratores é causada por diversos fatores como: insolação, vibração, poeira, defensivos agrícolas, insetos e o calor do motor (Fernandes, 2003). A exposição ao ruído é uma das principais

causas de acidentes e de perdas auditivas relacionadas ao trabalho. Essa exposição pode ser constante ou intermitente. O tempo de exposição, a intensidade do ruído e a susceptibilidade do indivíduo têm relação direta com os danos à saúde. Seus efeitos nocivos não se restringem à audição, podendo acarretar distúrbios emocionais, cardiovasculares, fadiga e estresse.

Devido as consequências dos ruídos, os fabricantes precisam dar uma atenção maior às normas de segurança visando melhorar a relação de homem-máquina (MATTAS et al., 2010).

A norma vigente brasileira (NR-15) descreve as atividades, operações e agentes insalubres, inclusive seus limites de tolerância, define as situações que, vivenciadas nos ambientes de trabalho pelos trabalhadores, demonstrem a caracterização do exercício insalubre e também os meios de protegê-los das exposições nocivas à saúde.

O uso de protetores auriculares do modelo tampão pode reduzir cerca de 30 dB, já as modelos conchas podem chegar a reduzir até 40 dB quando utilizados adequadamente (BERNDSSEN et al. 2012).

Até poucos anos, os projetos de tratores agrícolas centravam-se na maximização da eficiência, em detrimento ao fator humano (SCHLOSSER, 2002). A minimização do problema com o ruído pode ser conseguida por meio da alteração dos componentes das máquinas que emitem som, redução do tempo de exposição dos operadores e uso de protetores auriculares. Dessa forma, é importante conhecer a realidade das máquinas disponibilizadas no mercado e sempre tentar atenuar os níveis de ruído que chegam aos ouvidos dos operadores de máquinas agrícolas.

Diante do exposto, objetiva-se com o presente trabalho quantificar o ruído dos tratores agrícolas de pneus em uso da Microrregião do Município de Monte Carmelo, Minas Gerais, e confrontá-los com os estabelecidos por normas nacionais e internacionais

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi realizado nas propriedades da Microrregião de Monte Carmelo, Minas Gerais nas dependências do Laboratório de Máquinas e

Mecanização (LAMM), vinculado ao ICIAG, da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo.

Os dados foram coletados nas propriedades que possuíam tratores que se enquadraram nas faixas de potência, segundo Anfavea (2018), denominadas Classe I, II, III e IV, descrito na Tabela 1.

**Tabela 1.** Faixa de potência dos tratores agrícolas de pneus comercializados no Brasil

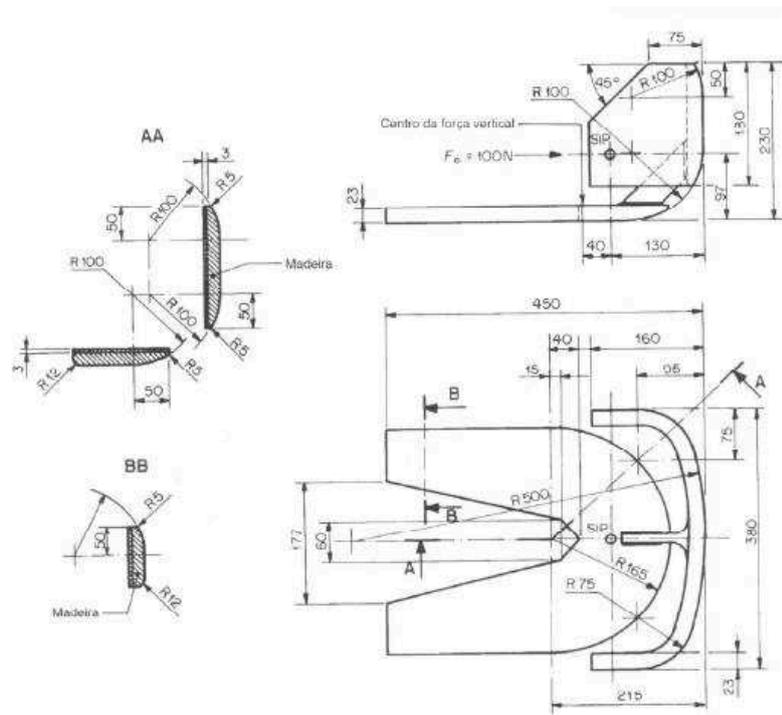
Faixa	Classes	Faixa de Potência	
		(cv)	(kW)
1	I	$\leq 49$	$\leq 36$
2	II	$50 \leq P \leq 99$	$37 \leq P \leq 73$
3	III	$100 \leq P \leq 199$	$74 \leq P \leq 146$
4	VI	$\geq 200$	$\geq 14$

Fonte: Anfavea (2018).

Todas as propriedades visitadas eram produtoras de café e como a cultura não exige tratores de elevada potência para as atividades produtivas, foram encontrados tratores que se enquadram nas classes II e III de potência.

A coleta de dados não teve caráter punitivo para qualquer das propriedades e agricultores que participaram da pesquisa. As propriedades visitadas foram mantidas em sigilo e sua identificação foi necessária apenas para não houvesse sobreposição das informações de acidentes e para que em anos seguintes a equipe de investigação pudesse visitar com o objetivo de sempre atualizar o banco de dados.

Inicialmente foi realizada a elaboração e construção de um dispositivo para determinação do ponto de referência do assento (SIP), na qual realizada de acordo com a norma NBR 5353 (1999), essa norma especifica o método e os dispositivos utilizados para determinar a posição do ponto de referência do assento (PRA) para qualquer tipo de assento projetado para máquinas agrícolas e florestais (Figura 1 e 2).



**Figura 1.** Dispositivo para a determinação do ponto de referência do assento.



**Figura 2.** Dispositivo construído para a determinação do ponto de referência do assento.

Para a medição dos níveis de ruído foi utilizado um medidor de pressão sonora, decibelímetro portátil, marca Minipa, modelo MSL-1325. O equipamento

estava em conformidade com a norma IEC 651, Classe 2. Suas principais características são: sistema de aquisição de dados para registro e análise dos dados coletados, display de cristal líquido (LCD) com 4 dígitos, microfone condensador de eletrodo de 1/2", níveis de escala de 40 a 130 dB em frequências entre 125Hz e 8kHz, ponderação de frequência A/C e com resposta de tempo rápida e lenta.

Nas medições do ruído utilizou-se o circuito de compensação "A" do medidor de pressão sonora. Assim sendo, os valores medidos em dB(A) representam o valor de pressão sonora equalizado de acordo com a curva "A" do aparelho (resposta lenta – slow). O equipamento dispõe de proteção contra vento, o que minimiza a influência do vento e uniformiza as condições de leitura. Para a medição foi utilizado o dispositivo para a determinação do SIP e o tecido de musselina para evitar o contato direto e minimizar a fricção entre as superfícies acolchoadas do assento e o dispositivo (Figura 3).



**Figura 3.** Dispositivo posicionado para a medição do ruído.

O ensaio foi realizado em um local sem obstáculos, como edificação, árvores, outros veículos, num raio de 20 metros em relação ao trator, a fim de evitar ocasional reflexão do som durante a medição.

A medição dos ruídos foi realizada nas diferentes posições em relação ao ouvido do operador e ao ponto de referência do assento (PRA). Para a medição na posição PRA, o microfone foi posicionado com o diafragma voltado para frente em seu centro localizado a 700 ( $\pm 20$ ) mm acima e 100 ( $\pm 20$ ) mm à frente em

relação ao PRA de acordo com a norma NBR 5131 (2017) nas rotações de 1000; 1200; 1400; 1600 e 2000 rpm, sendo realizadas cinco repetições em cada rotação.

Para a medição do ruído em torno do posto de operação do trator, o diafragma do microfone foi posicionado a uma distância de 20 centímetros em torno da cabeça do operador, na posição lateral esquerda, lateral direita, parte frontal e traseira nas rotações de 1000; 1200; 1400; 1600 e 2000 rpm, com cinco repetições. Essa metodologia foi baseada na norma cancelada e sem substituta NBR 9999 (1987). A medição ao redor do ouvido do operador pela norma cancelada tem como objetivo comparar à atualmente utilizada NBR 5131 (2017).

Para os tratores que possuíam cabine, o ruído foi medido com todas as portas e janelas fechadas e com o condicionador de ar funcionando em sua regulagem máxima.

Os resultados também foram comparados com a NR-15 que se refere aos limites de tolerância para ruído, ou seja, limite máximo de 85 dB (A) para oito horas de exposição diária.

Os resultados do experimento foram submetidos às análises de variância e de regressão. Quanto ao fator posição, as médias foram comparadas utilizando-se o teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Nos demais fatores qualitativos, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade,

Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes, utilizando-se o teste “t” ao nível de 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Foi utilizado o programa computacional R Core Team (2016).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 2 é apresentada a análise de variância do ruído (dB) dos tratores agrícolas de pneus em função da classe, presença/ausência da cabine, rotação, posição e suas interações.

**Tabela 2.** Análise de variância do ruído (dB) dos tratores agrícolas de pneus em função da classe, cabine, rotação e posição

FV	GL	QM	Fc
Classe	1	1941	474,230*
Cabine	1	5708	1394,999*
Rotação	5	1630	398,309*
Posição	4	14	3,458*
Classe*Cabine	1	1890	461,772*
Classe*Rotação	5	1	0,353 <sup>ns</sup>
Cabine*Rotação	5	21	5,191*
Classe*Posição	4	3	0,614 <sup>ns</sup>
Cabine*Posição	4	7	1,810 <sup>ns</sup>
Rotação*Posição	20	1	0,161 <sup>ns</sup>
Classe*Cabine*Rotação	5	3	0,673 <sup>ns</sup>
Classe*Cabine*Posição	4	2	0,416 <sup>ns</sup>
Classe*Rotação*Posição	20	0	0,072 <sup>ns</sup>
Cabinado*Rotação*Posição	20	1	0,194 <sup>ns</sup>
Classe*Cabine*Rotação*Posição	20	1	0,193 <sup>ns</sup>
Erro	870	4	-
Total	989	-	-

QM Quadrado Médio

GL Grau de Liberdade

FCalculado

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns Não significativo

CV(%)= 2,38%

Media Geral= 85,1632980

A fonte de variação posição não apresentou interação com os demais fatores, sendo assim esta foi analisada isoladamente (Tabela 3).

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios de ruídos (dB) em tratores agrícolas de pneus nas diferentes posições em relação ao ouvido do operador e ao ponto de referência do assento (PRA).

**Tabela 3.** Valores médios de ruídos (dB) em tratores agrícolas de pneus em função das posições

Posição	Médias
Traseiro	84,825152 b
Frontal	85,057576 b
Esquerda	85,071162 b
Direita	85,367374 a
PRA	85,495227 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Em relação ao posicionamento na cabeça do operador, observa-se que a lateral direita foi a que apresentou o maior ruído comparado às posições traseiro,

frontal e esquerda. Este fato se deve a saída dos gases do escapamento da maioria dos tratores avaliados estarem posicionados à direita da linha de tração do trator. A posição direita não diferiu estatisticamente do PRA, este fato demonstra que a metodologia atual ABNT NBR 5131 (2017) não difere da norma cancelada ABNT NBR 9999 (1987) que mencionava que o ruído deveria ser mensurado no plano longitudinal no lado que apresentasse o maior nível de ruído, que no caso deste trabalho seria a lateral direita.

Alves et al. (2011) ao estudarem a interação posição x raio de afastamento de um trator, marca Valtra, modelo 785, tração dianteira auxiliar, com potência nominal de 75 cv, observaram que o lado em que se encontra o escapamento, grande fonte de ruído, apresentou os maiores níveis de ruído, no caso a posição esquerda, e que para todas as distâncias a posição traseiro emitiu os menores níveis de ruído.

Ruas et al. (2011), avaliando o nível de ruído emitido por um micro-trator, marca Yanmar modelo TC 14S, com potência nominal de 14 cv, com a roçadora ativada, sob três condições de rotação do motor (1200, 2400 e 2400 rpm); quatro posições de medição em relação ao micro-trator (frente, atrás, lado esquerdo e lado direito) e cinco raios de afastamento em relação ao ouvido do operador (0, 5, 10, 15 e 20 m), observaram que, devido a características construtivas o micro-trator apresentou maiores níveis de ruídos emitidos ao lado esquerdo, lado no qual se encontra o escapamento.

Lima Júnior et al. (2014) ao avaliar o nível de ruído emitido por um trator, marca Massey Ferguson, modelo 265, com potência nominal de 65 cv, acoplada a uma recolhedora, marca MIAC, modelo Master Café, em condição estática e dinâmica, os maiores valores de ruído foram encontrados na posição direita do trator, posição do escapamento, no posto do operador. Até um raio de três metros o nível de ruído foi acima de 85 dB.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios de ruídos (dB) em tratores agrícolas de pneus nas diferentes classes de potência e presença/ausência de cabine.

**Tabela 4.** Valores médios de ruídos (dB) em tratores agrícolas de pneus nas diferentes classes de potência e presença/ausência de cabine

Classes	Cabine	
	Ausência	Presença
II	86,444758 b A	82,837250 a B
III	87,199625 a A	76,152222 b B

Médias seguida pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não se diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratores da classe III, potência de 100 a 199 cv, na ausência de cabine apresentaram maior valor de ruído quando comparado aos tratores de menor potência. Tratores de maior potência possuem a tendência de maior torque no motor e com isso maior nível de ruído. Dados encontrados por Lima et al. (1998) trabalhando na determinação do nível de ruído e identificação das fontes em tratores florestais, 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.

A minimização desse impacto sonoro nos tratores de elevada potência se dá com a colocação da cabine, fato este comprovado pelo menor valor de ruído encontrado (76,15 dB) na classe III, tratores na presença de cabine.

Na coleta de dados observou-se que os tratores de menor potência, classe II, 50 a 99 cv, por possuírem menos tecnologia no sistema de ar condicionado apresentam maiores valores de ruído (82,84 dB). Devido a região ser predominantemente de lavouras de café, os tratores mais utilizados para as atividades desse segmento são da classe II, e quando estes são cabinados, fatores contribuíram para que o valor do ruído seja maior na presença de cabines, como uso contínuo nas lavouras, com manutenção inadequada, desgaste das borrachas que vedam portas, mal uso do equipamento e muitas horas marcadas no horímetro do trator.

Tosin et al. (2009) realizando análise em dois tratores, um de potência nominal de 75 cv, sem cabine e outro de 110 cv cabinado; em três tipos de pistas, asfalto, concreto e solo firme; quatro pressões de inflação dos pneus dos tratores: 103,4 kPa, 137,9 kPa, 172,4 kPa e 206,8 kPa; verificou que ruído não foi ocasionado em função do tipo de solo, da pressão de inflação dos pneus e da velocidade de deslocamento do trator. Os fatores que influenciaram o ruído no trator foram a potência do motor e a presença/ausência da cabine. O nível de pressão sonora foi menor no trator de 110 cv, embora este tenha uma potência

maior. Isto se deve ao fato do trator ser cabinado, o que funciona como uma superfície refletora e absorvedora do som, deixando passar uma menor quantidade da pressão sonora. Tratores não cabinados deixaram os operadores expostos a maiores níveis de pressão sonora.

A presença de cabine, reduz a intensidade do ruído em 4,18% e 12,67%, nas classes II e III, respectivamente.

Os tratores cabinados se enquadram nos limites de ruído considerados salubres, 85 dB, segundo a NR-15. Entretanto, os tratores com ausência de cabine extrapolam esses limites para uma tolerância de 8 horas de jornada de trabalho, sem uso do protetor auricular. Corroborando com este resultado, Schlosser e Debiasi (2002) estudando o conforto e a preocupação com o operador, concluíram que nos tratores não cabinados, os níveis de ruído ficaram acima do limite, mas com a introdução da cabine esse nível reduziu em aproximadamente 5 dB. Para os tratores na classe II o valor reduziu em 3,61 dB e para a classe III houve decréscimo de 11,04 dB.

Franklin et al. (2006) ao investigar fatores que afetam o nível de risco para a audição causada por atividades agrícolas comuns, as cabines reduziram o ruído para o operador em 16 dB, que foi reduzida para 8 dB se a porta estivesse aberta.

Cunha et al. (2012) relatam que mesmo com avanço tecnológico na produção de máquinas agrícolas, o nível de ruído continua acima do permitido para uma jornada de 8 horas de trabalho em tratores sem cabine de proteção, sendo necessário assim o uso de protetores auriculares e/ou redução do tempo da jornada de trabalho. Na ausência de cabines, tanto na classe II e III obtiveram valores acima do nível de 85 dBA, permitido pela NR-15.

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios de ruídos (dB) em tratores agrícolas de pneus em diferentes rotações (rpm) e presença/ausência de cabine.

**Tabela 5.** Valores médios de ruídos (dB) em tratores agrícolas de pneus em diferentes rotações (rpm) e presença/ausência de cabine

Rotação	Cabine	
	Presença	Ausência
1000	76,1 b	81,9 a
1200	78,4 b	83,9 a
1400	79,0 b	85,9 a
1600	80,9 b	87,7 a
1800	82,3 b	89,0 a
2000	83,0 b	90,8 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O maior valor de ruído para presença e ausência de cabine foram encontrados na rotação de 2000 rpm, isto se deve às maiores rotações apresentarem a tendência de ocasionarem vibrações e maior intensidade de lançamento dos gases provenientes da combustão pelo escapamento, o que ajuda a elevar o valor do ruído nas condições de maiores rotações. Na presença e ausência de cabine foi observado elevação no nível de ruído com o aumento da rotação.

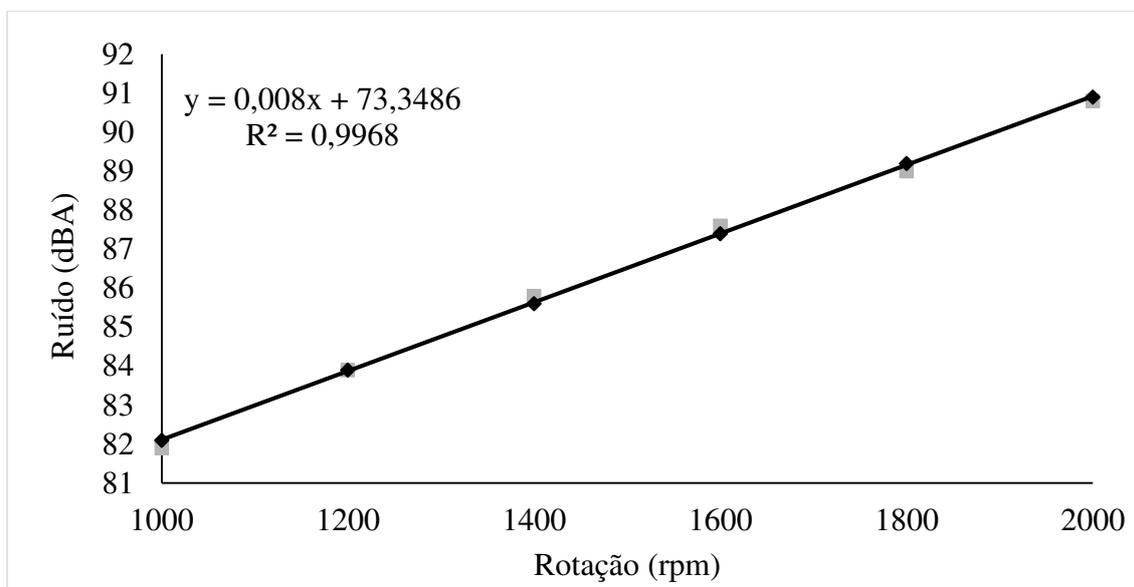
Em tratores que possuíam cabines, em nenhuma das rotações ultrapassou ao permitido, isso se deve a eficácia da estrutura, entretanto, na ausência de tal, exceto nas rotações de 1000 e 1200, ultrapassaram ao permitido, deixando as operações desconfortáveis para o operador, mesmo com o uso de protetores auriculares, ainda podem trazer riscos à saúde. Santos et al. (1996) afirmaram que o senso comum sugere sempre o uso de protetores auriculares para evitar os efeitos do ruído.

À medida que aumenta a rotação aumenta o nível de pressão sonora, fato observado também por Santana et al. (2010) verificando incremento do nível de ruído com o aumento da rotação e que apenas a rotação de 700-800 rpm pode-se trabalhar sem protetor auricular. Para as rotações estudadas, observa-se que em tratores sem cabine em rotações a partir de 1400 rpm os valores estão acima da recomendação da norma NR 15 para o nível máximo de ruído de 85 dB com exposição diária de 8 horas.

Arcoverde et al. (2011) ao estudar a influência da velocidade de trabalho e a condição do solo nas operações agrícolas na determinação dos níveis de potência sonora emitido pelo trator observou que níveis de potência sonora em todos os conjuntos estudados estavam acima de 85 dB e os operadores estão

sujeitos a elevados níveis de potência sonora, sendo indispensável o uso de protetores auriculares, ou que todos os projetos de tratores sejam providos de cabine que podem atenuar consideravelmente o nível de potência sonora, contribuindo para diminuir a insalubridade da operação.

Na Figura 1 é apresentada a análise de regressão para os tratores agrícolas de pneus com ausência de cabine nas diferentes rotações.



**Figura 4.** Efeito das rotações no nível de ruído para tratores de pneus não cabinados.

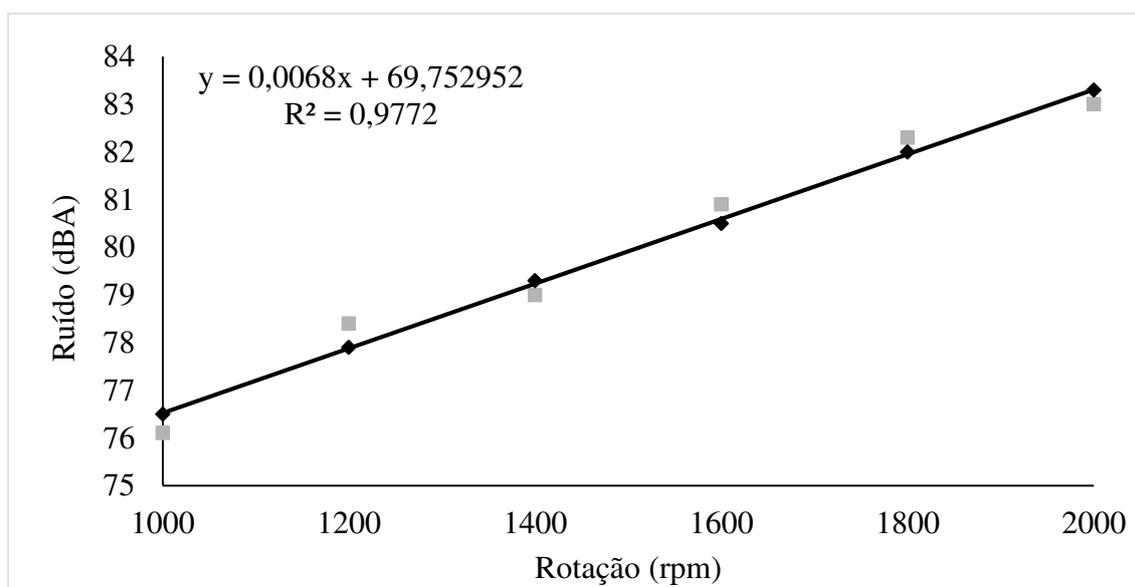
Os valores dos níveis de ruído, em diferentes rotações e ausência de cabines, demonstraram o aumento do nível da pressão sonora à medida que há acréscimo na rotação do motor com um coeficiente de determinação satisfatório de 0,99. A partir da rotação de 1400 rpm excede ao permitido pela norma NR 15, máximo de ruído de 85 dB, com exposição diária de 8 horas, sendo exigido o uso de protetor auricular, isso se deve à ausência da cabine combinado com o aumento da rotação, que expõe o trabalhador ao ruído. Para a cultura do cafeeiro, a maioria dos tratores operam em rotações de 1800 rpm, e no caso de tratores desprovidos de cabine, extrapolaria o permitido, assim o operador estaria sujeito a condições prejudiciais à saúde, sendo necessário reduzir a carga horária diária ou o uso de equipamentos protetores.

Dewangan et al. (2005) realizando uma investigação para determinar a propagação do ruído (sob condição estacionária) no ouvido dos operadores de tratores populares de 18,7 e 26,1 kW e tratores manuais de 4,6 e 6,7 kW, durante

operações de campo com vários implementos, concluíram que o aumento da rotação de trabalho do trator levou ao incremento dos níveis de ruído de oito decibéis a cada 1000 rpm.

Magalhães et al. (2012) ao avaliar o nível de ruído do trator agrícola, com zero horas de trabalho, sem cabine, em condições em rotações do motor de 900 a 2500 rpm, no assento do operador de forma dinâmica em pistas de concreto, asfalto e terra batida com as velocidades de 2,3; 3,8; 4,9; 6,1 e 8,1 km h<sup>-1</sup> utilizando o decibelímetro com e sem o protetor de vento, observaram que o nível de ruído aumenta à medida que ocorre incremento na rotação do motor do trator e que níveis de ruídos estão acima dos permitidos pela legislação, devendo ser utilizado protetor em qualquer rotação e condição.

Na Figura 2 é apresentada a análise de regressão para os tratores agrícolas de pneus com presença de cabine nas diferentes rotações.



**Figura 5.** Efeito das rotações no nível de ruído para tratores de pneus cabinados.

Com a presença de cabines, as rotações de 1000 a 2000 rpm se enquadraram dentro das normas NR 15, exposição máxima de 85 dB para uma máxima exposição diária permissível de oito horas de trabalho. Com a rotação de 2000 rpm, tratores que possuíam cabine não ultrapassaram a 85 dB, isso se deve a boa vedação do ruído pelas cabines. Fato observado por Baesso et al. (2015) avaliando os níveis de ruído emitidos por doze tratores agrícolas de diferentes modelos e potências e a existência de itens de ergonomia e segurança destes, comparando os resultados com as normas vigentes no Brasil, observou

que também obtiveram valores de ruído interno abaixo de 85 dB para tratores com cabine original de fábrica, atribuindo estes valores ao bom projeto e construção deste componente.

Devido a tecnologia empregada em tratores com a presença de cabines, o incremento a cada 1000 rpm é de 6,8 dB, o que é menor em relação aos tratores sem cabine.

#### **4 CONCLUSÕES**

Os tratores em uso nas fazendas produtores de café da Microrregião do Município de Monte Carmelo excedem ao estabelecido pela NR-15 na posição predominante onde está localizado o escapamento e no ponto de referência do assento.

Os tratores com potência nominal de 100 a 199 cv, sem cabine, operando a partir de 1400 rpm não se enquadram à norma regulamentadora, entretanto não é recomendado apenas o uso de protetores auriculares em tal situação, mas em todas as operações tratorizadas, independente da rotação.

Nas demais situações analisadas, os tratores se enquadram à norma vigente e os operadores estão expostos a menores possibilidades de sofrerem danos auditivos.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. D. S.; COSTA, F. R. L.; CORTEZ, J. W.; DANTAS, A. C. S.; NAGAHAMA, H. J. 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.

ANFAVEA. **Anuário estatístico**. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br>. Acesso em: 29 maio 2018.

ARCOVERDE, S.N.S.; CORTEZ, J.W.; PITANGA JUNIOR, C.O.; NAGAHAMA, H.J. Nível de potência sonora emitido nas operações agrícolas. **Revista Nucleus**, Ituverava, v.8, n.1, p.277-287,2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5131**: Tratores agrícolas e florestais - medição de ruído na posição do operador - método de avaliação. Rio de Janeiro, 2017. 18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5353**: Máquinas rodoviárias, tratores e máquinas agrícolas e florestais - ponto de referência do assento. Rio de Janeiro, 1999. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9999**: Medição do nível de ruído, no posto de operação, de tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro, 1999. 12 p.

BAESSO, M. M.; GAZZOLA, M.; BERNARDES, S.; BRANDELERO, E.; MODOLO, A. Avaliação do nível de ruído, itens de segurança e ergonomia em tratores agrícolas. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**. Tupã, v. 9, p. 368-380, 2015.

BERNSEN, J. C.; FERNANDES, C. A.; SILVA, E. B.; FORCELLINI, F. A.; MERINO, E. A. D. Investigação Ergonômica De Um Protetor Auricular Com Óculos De Proteção Acoplado. **Human Factors in Desing**. Florianópolis, v.1, n.2, 2012.

CUNHA, J.P.A.R.; DUARTE, M.A.V.; DE SOUZA, C.M.A. Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas. **Idesia**, Chile, vol. 30, n.1, p. 25-34, 2012.

DEWANGAN, K. N.; PRASANNA KUMAR, G. V.; TEWARI, V. K. Noise characteristics of tractors and health effect on farmers. **Applied Acoustics**, Londres, v. 66, n. 9, p. 1062, 2005.

FERNANDES, J. C. Tratores – ruídos: barulho ensurdecedor. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 17, p.6-8, 2003.

FRANKLIN, R.C.; DEPCZYNSKI, J.; CHALLINOR, K.; WILLIAMS, W.; FRAGAR, L.J. Factors affecting farm noise during common agricultural activities. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v.12, n.2, p.117-125, 2006.

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

LIMA JÚNIOR, P. S.; CORTEZ, J. W.; NAGAHAMA. H. J.; ARCOVERDE, S.N.S. Nível de ruído emitido por conjunto trator recolhedora de café. **Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 25, p. 426-433, 2014.

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. **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 27, n.4, outubro-dezembro, 2012, p.27-44

MATTAS, D. M. P.; DALLMEYER, A. U.; SCHLOSSER, J. F.; DORNELLES, M. E. Conformidade de acessos e de saídas de postos de operação em tratores agrícolas segundo norma NBR/ISO 4252. **Engenharia Agrícola**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 74-81, 2010.

NORMA REGULAMENTADORA. **NR 15**: Atividades e operações insalubres. Limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: 29 maio 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.; ALVES, G. S.; CUNHA, J. P. A. R. Avaliação dos níveis de ruído emitido por um trator agrícola em diferentes operações mecanizadas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 12, 2011.

R Core Team (2016). **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

RUAS, R. A. A.; MACHADO, L. G.; CAIXETA, L. F.; DEZORDI, L. R.; RUAS, S. R. C. Determinação do raio de afastamento seguro de acordo com a pressão sonora produzida por um micro-trator. **Global science and technology**, Rio Verde, v. 4, n. 1, p. 124 -130, 2011.

SANTANA, S. R. A.; CORTEZ, J. W.; ALVES, A. D. S.; COSTA, F. R. L.; NAGAHAMA. H. J. Avaliação do nível de potência sonora do trator agrícola em condições estáticas. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVASF, 5., 2010, Juazeiro **Anais...** Juazeiro: UNIVASF, 2010. p. 1-2. CD ROM

SANTOS, U.P.; MATOS, M.P.; MORATA, T.C.; OKAMOTO, V.A. **Ruído: Riscos e Prevenção**. 2ª ed. Editora Hucitec, São Paulo, 1996.

SANTOS FILHO, P. F.; FERNANDES, H. C.; QUEIROZ, D. M. DE; SOUZA, A. P. DE, CAMILO, A. J. Avaliação dos níveis de vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automático de dados. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 887-895, 2003.

SCHLOSSER, J. F.; DEBIASI, H. Conforto, preocupação com o operador. **Revista Cultivar Máquinas**. n. 1, p. 3-9, 2002. (Caderno Técnico).

TOSIN, R. C.; LANÇAS, K. P.; ARAÚJO, J. A. Avaliação do ruído no posto de trabalho em dois tratores agrícolas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 24, n. 4, p. 108-118, 2009.