



**ALEXANDRE DE SOUSA EVANGELISTA**

**AVALIAÇÃO E CONTROLE DE RUÍDO OCUPACIONAL EM TRATORES  
AGRÍCOLAS**

**LAVRAS – MG**

**2019**

**ALEXANDRE DE SOUSA EVANGELISTA**

**AVALIAÇÃO E CONTROLE DE RUÍDO OCUPACIONAL EM TRATORES  
AGRÍCOLAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Luana Elis de Ramos e Paula

**LAVRAS – MG**

**2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Evangelista, Alexandre de Sousa.  
Avaliação e Controle de Ruído Ocupacional em Tratores Agrícolas  
/ Alexandre de Sousa Evangelista. - 2019.  
44p. : il.

Orientador (a): Luana Elis de Ramos e Paula.

Monografia (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2019.  
Bibliografia.

1. Nível de ruído. 2. Tratores agrícolas. 3. Saúde do trabalhador. I.  
Paula, Luana Elis de Ramos e. II. Título.

**ALEXANDRE DE SOUSA EVANGELISTA**

**AVALIAÇÃO E CONTROLE DE RUÍDO OCUPACIONAL EM TRATORES  
AGRÍCOLAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 13 de Junho de 2019

Me. Flávia Alvarenga Fernandes Bruzi

Me. Luciana Castro Groenner

Dr. Raphael Nogueira Rezende

Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Luana Elis de Ramos e Paula

**LAVRAS – MG**

**2019**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela benção concedida.

Aos meus Pais (João e Maria) e irmã (Isabela), pelo apoio incondicional, pelo amor e estrutura familiar.

Ao meu pai João, confiro o título de agrônomo, pois mais merecido do que isso, não há.

À minha amada avó Margarida, que todo dia faz suas orações em meu nome e que me recebe de braços abertos todos os dias; aos meus tios Antônio e José (ZECA) que sempre estão comigo em todos os momentos, meus grandes orientadores.

À Minha noiva Carina, parceira de todos os momentos, a te agradeço pela paciência, carinho, amor e imenso incentivo pela busca dos nossos objetivos.

À Elcione, Gerzo e Eli, que abriram as portas de sua casa e me acolheram de coração, agradeço por serem tão especiais em minha vida.

Ao Grande amigo Alessandro, que desde o início de minha vida acadêmica e laboral sempre me ofereceu oportunidades de crescimento pessoal e profissional, além da amizade e boa vontade em ajudar.

À todos os meus grandes amigos de infância e aqueles que no curso de agronomia me ajudaram a continuar até aqui.

À professora e orientadora Luana, que sempre se mostrou pronta para colaborar no que for preciso e dentro da área de segurança do trabalho uma grande referência.

Ao professor Raphael, pela disponibilidade em participar da banca avaliadora e pela boa vontade em ajudar.

Às melhores coorientadoras e amigas, Flávia e Luciana, que disponibilizaram toda atenção e paciência para que o trabalho fosse finalizado, além da alegria que proporcionam no nosso local de serviço e nos impulsionam nessa caminhada.

À minha Prima Karina, imbatível nos cálculos e nas físicas, que sempre ofereceu a maior ajuda nos momentos em que mais precisei, o meu sincero agradecimento por tudo.

A todos os meus amigos (as) de serviço da CSO (Eliete, Jayme, Wanderson, Yolanda) e Ambulatório, que acompanham meu dia a dia, que compreendem a dificuldade de estudar e trabalhar e que me motivam a continuar.

Ao Pedro e Everton do Galpão de Máquinas da Engenharia, pela disponibilidade em colaborar nos trabalhos de campo e na orientação sobre os equipamentos.

Enfim, à UFLA como um todo e a todos aqueles que estão envolvidos nesta história.

O meu muito obrigado!

## RESUMO

A agricultura mecanizada é indispensável para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro. Existe a preocupação em produzir tratores robustos e com alto potencial de rendimento para serem utilizados na cadeia produtiva, porém, as atividades realizadas expõem o operador de máquinas a riscos que, se não controlados, podem afetar sua saúde. Neste contexto, delineou-se um estudo com o objetivo de investigar a concentração de ruído emitido por três modelos de tratores, acoplados a implementos. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Lavras. Para tanto, foram realizadas vinte e uma medições no mês de Outubro 2018 por meio de dosímetro de ruído fixado próximo ao ouvido do operador nos tratores modelos A950, M290 e BF 75, acoplados, respectivamente, à ensiladeira, à grade aradora e a carreta basculante. Conclui-se que 71 % das operações realizadas com tratores acoplados à ensiladeira e grades aradoras, superaram o limite de tolerância de 85 dB(a), fixados no anexo I da NR 15 (BRASIL, 1978), para uma jornada de trabalho de oito horas, o que caracteriza exposição passível de dano auditivo aos operadores destas máquinas. Já a atividade realizada com o trator acoplado à carreta basculante, em média, não superou o limite de tolerância fixado pela legislação vigente. Os três conjuntos avaliados apresentaram diferenças significativas no nível de ruído gerado, ao nível de 95% de confiança. Os dados encontrados revelaram a necessidade de implementar medidas de proteção corretivas, bem como a utilização de equipamentos de proteção auditiva.

Palavras chave: Nível de ruído. Tratores agrícolas. Saúde do trabalhador. Insalubridade. Limite de Tolerância.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 Evolução das Máquinas Agrícolas e da Agricultura.....	11
2.2 Ruído Ocupacional .....	12
2.2.1 Nível de pressão sonora e curva de ponderação .....	13
2.2.1.2 Curva de Ponderação .....	14
2.2.2. Classificação do ruído ocupacional .....	17
2.2.2.1. Ruído contínuo e intermitente.....	17
2.3. Instrumentos de medição de ruído .....	19
2.3.1. Medidores de nível de pressão sonora .....	19
2.3.2. Dosímetros .....	19
2.3.3. Calibrador Acústico .....	20
2.4. Condições de segurança das máquinas no campo .....	20
2.5. Legislação Vigente Sobre o Ruído Ocupacional e demais normativas aplicadas ao desenvolvimento das atividades relacionadas ao assunto.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	23
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	29
5. CONCLUSÃO .....	37
REFERÊNCIAS .....	38
ANEXO .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada CEPEA/ESALQ (2017), a agricultura brasileira é responsável por cerca 20% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, o que representa uma grande contribuição para o desenvolvimento econômico do País. O agronegócio brasileiro movimenta cerca de 19 milhões de empregos, que direta e indiretamente, durante a execução de suas atividades, envolve a utilização de máquina e implementos agrícolas, seja no campo ou nas indústrias.

Até 1760 o serviço braçal era responsável pela produção agrícola e com a revolução industrial no século XVIII, as máquinas criadas pelo homem figuram com o objetivo de converter o tempo em rendimento, gerando maior impacto sobre a produtividade. A partir desse período e com o avanço da tecnologia o uso de tratores agrícolas se fez necessário no campo, pois prepara o solo para o perfeito desenvolvimento da cultura a ser implantada, promove a descompactação do perfil por meio da subsolagem, inverte a camada do solo por meio da gradagem profunda, implanta e colhe determinada cultura, transporta insumos e grãos, enfim, transforma potência em trabalho.

Contudo, a utilização de máquinas pelo homem, se conduzida de forma inadequada, pode causar dano à saúde do operador e acidentes graves no exercício do trabalho. Segundo Vitória (2000), o trator ocupa uma posição de destaque, quando se estuda a relação homem-máquina na área rural. A frota brasileira de tratores na referida década, não estava projetada de acordo com as necessidades do trabalhador, mas, sim, com as do trabalho. O tratorista, ao mesmo tempo, controla o implemento e mantém o trator alinhado, enquanto é submetido, durante horas, ao sol, à chuva, ao frio, à poeira e gases do escapamento, além de um nível de ruído e vibrações que podem ser danosos à saúde.

Entende-se por risco físico toda forma de energia que possuem a capacidade de causar um dano à saúde de forma direta ou indireta e que atrelado ao fator tempo de exposição, susceptibilidade individual e concentração do agente podem interferir na qualidade de vida do trabalhador (CUNHA, 2009). A Norma regulamentadora (NR) da Portaria 3214, de 08 de Junho de 1978, define riscos físicos como sendo às diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, os quais podem ser avaliados por instrumentos calibrados e registrados para esse fim. São exemplos de riscos físicos: ruído,

vibração, frio, calor, pressões anormais, radiação ionizante e não ionizante (BRASIL, 2013).

Segundo Fernandes (1991), os ruídos gerados pelo conjunto formado entre os tratores e seus implementos agrícolas podem variar em função da marca, potência, tempo de uso, manutenção periódica, entre outros fatores relacionados à operação da máquina.

Em se tratando de serviço no campo, com o uso de máquinas e implementos agrícolas, o trabalhador está exposto diretamente a riscos físicos e mecânicos, além de outras fontes de agentes ambientais que serão peculiares aos serviços realizados.

O ruído é um agente de risco que pode causar uma perturbação funcional ao operador e até mesmo perda parcial ou total da audição, ao longo do tempo de exposição. Tibiriçá (1997), define o ruído como uma onda sonora ou um complexo de ondas sonoras, que pode gerar sensação de desconforto e uma gradual perda da sensibilidade auditiva humana.

Os riscos mecânicos, podem ser definidos, como sendo potenciais de causar perda, ou seja, não são mensuráveis, são qualitativos, capazes de causar uma lesão, um corte, uma picada, uma queimadura por choque elétrico, esmagamento, problemas musculares devido à postura inadequada, stress, entre outros.

Além dos riscos físicos e mecânicos, à atividade de operação de máquinas agrícolas submete o operador a agentes químicos, nos quais envolvem o contato com fumaças, óleos, combustíveis, graxas e defensivos agrícolas, bem como riscos ergonômicos, diretamente relacionados à postura inadequada, movimentos repetitivos, levantamento de pesos, entre outros.

Oliveira et al.(1998), investigaram os níveis de ruído ao qual o tratorista estava 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 exposto a níveis de ruído superiores a 85 dB(a), considerados prejudiciais à saúde. Santos Filho (2002), ao avaliar os níveis de ruído causados 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.

Nesse sentido, as legislações que regem a matéria de controle do ruído ocupacional gerado nos ambientes de trabalho e os instrumentos de avaliação e controle são as NR's da Portaria 3214, de 08 de junho de 1978 e a Norma de Higiene Ocupacional da Fundacentro, NHO 01 de 2001.

Em função do exposto, verificou-se a necessidade de um estudo alicerçado na preocupação com a saúde e a qualidade de vida dos trabalhadores, com o objetivo de (i) avaliar o nível de ruído gerado pelas operações com tratores agrícolas em campo, (ii) avaliar os níveis de ruído emitidos pelos tratores modelo A950, M 290 e BF 75, acoplados, respectivamente, à ensiladeira, grade aradora e carreta basculante e verificar se existe diferença ou não entre eles, (iii) comparar os valores obtidos na avaliação com a legislação vigente e, quando for o caso, caracterizar as atividades como insalubres e (iv) propor medidas preventivas, corretivas e de proteção ao operador.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Evolução das Máquinas Agrícolas e da Agricultura**

Após a Revolução Industrial, no século XVIII, o uso de máquinas se tornou praticamente indispensável na maioria das atividades produtoras. O surgimento do setor de máquinas e implementos para a agricultura mudou definitivamente a trajetória das técnicas de produção e oferta de produtos agrícolas no mundo, assim como a necessidade de envolvimento de mão de obra na produção agrícola (VIAN et al., 2010). As primeiras máquinas agrícolas eram rústicas e não possuíam muita tecnologia empregada, geravam muitos ruídos e emitiam muitos poluentes durante uma operação, sem dizer que eram desprovidas de cabine, mantendo o operador em contato constante com esses problemas (MACHADO, 2016).

Com o tempo e o desenvolvimento da tecnologia, estas máquinas adquiriram modernas e eficazes ferramentas, que além de aumentar a qualidade das operações, trouxeram mais conforto para o trabalhador envolvido na atividade, bem como proporcionou o aumento da potência e a automação destas máquinas, permitindo maior eficiência, maiores ganhos e redução de custos (SARTINI, SABBATINI e VIAN, 2009).

Nas décadas de 1960 e 1970, o Brasil viveu processos de industrialização e urbanização e de forte crescimento econômico, que, contudo, não encontrou correspondência no setor agrícola do País, caracterizado, então, por baixa produtividade. Parte considerável do abastecimento interno de alimentos provinha das importações e por falta de tecnologia adaptada à produção tropical, os cerrados eram áreas marginais na produção agrícola. (EMBRAPA, 2018). Como resultado dos esforços empreendidos pelo governo, pelas instituições de ciência e tecnologia, pelos agentes públicos e privados do setor e especialmente pelos produtores rurais, acentuados ganhos de produtividade no setor agrícola puderam ser observados, principalmente a partir da década de 1990 (EMBRAPA, 2018).

Em 2017, o agronegócio como um todo representou 23,6% do PIB e foi responsável por 45,9% do valor das exportações, gerando um saldo comercial de US\$71 bilhões. No mesmo ano, esse setor foi responsável por 19 milhões de pessoas empregadas, o que representou quase metade (9,09 milhões) dos trabalhadores no segmento primário. A agroindústria e serviços empregaram, respectivamente, 4,12 milhões e 5,67 milhões de

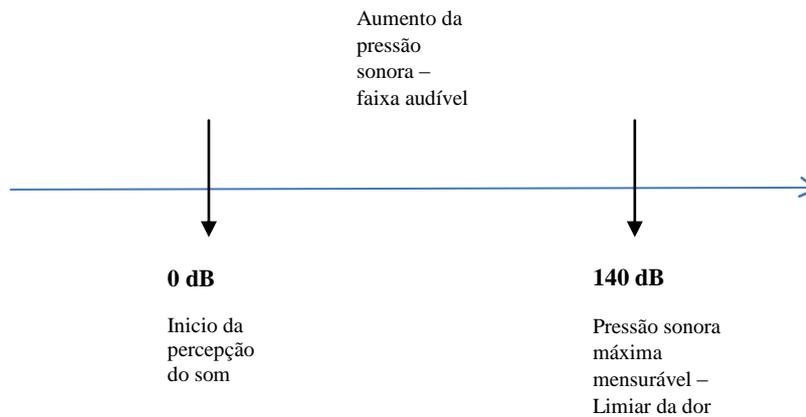
peças, enquanto 227,9 mil pessoas estiveram ocupadas no segmento de insumos do agronegócio (BARROS, 2018).

## **2.2 Ruído Ocupacional**

Saliba (2000) define o som como qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou ondas mecânicas que podem ser ouvidas. Cavaleiro (2008), define sons audíveis como aqueles que o ser humano é capaz de ouvir. O homem apenas consegue captar vibrações com frequências compreendidas entre os 20 Hz e os 20.000 Hz. De acordo com 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. A Organização Mundial da Saúde – OMS (1980), por sua vez, define ruído como toda sensação auditiva incômoda ou um fenômeno acústico não periódico sem componentes harmônicos definidos, que possam causar problemas à saúde pública.

Saliba (2000), afirma para que uma vibração seja considerada sonora é necessário que a frequência situe-se entre 16 e 20000 Hz. A faixa audível pelo ouvido humano é dada em Newtons por metro quadrado, situando-se entre 0,00002 e 200 N/m<sup>2</sup>. O menor valor nessa faixa é classificado como o limiar da audibilidade, enquanto que o valor máximo é determinado como o limiar da dor, ou seja, a variação da pressão deve possuir um valor mínimo para atingir o início da sensação da audição. Por meio de experimentos realizados com pessoas saudáveis, convencionou-se o valor 0,00002 N/m<sup>2</sup>, como sendo 0 (zero) decibéis, ou seja, o nível de pressão de referência utilizado pelos fabricantes dos medidores de nível de ruído. Já o valor máximo em N/m<sup>2</sup> corresponde a 140 decibéis (dB), conforme ilustra a figura (1).

Figura 1: Faixa audível em relação à pressão sonora.



Fonte: Adaptado de Saliba (2000).

## 2.2.1 Nível de pressão sonora e curva de ponderação

### 2.2.1.2 Nível de pressão sonora

O nível de pressão sonora (NPS) corresponde aproximadamente à sensação do ouvido, visto que a audibilidade humana vai de  $0,0002 \text{ N/m}^2$  até  $200 \text{ N/m}^2$ , cuja faixa audível é ampla. O NPS depende da distância entre a fonte e o medidor, orientação ou diretividade da fonte ao ruído e do ambiente em que a pressão sonora está sendo medida (VENDRAME, 2017). Os valores de pressão em  $\text{N/m}^2$ , que correspondem à energia de vibração do som que incidem sobre o ouvido, são convertidos em decibéis, pela equação logarítmica representada na ilustração (1).

Ilustração 1: Equação logarítmica de NPS.

$$\text{NPS} = 10 \log (P^2/P_0^2)$$

Onde:

$P^2$  = Pressão sonora ( $\text{N/m}^2$ )

$P_0^2$  = Pressão sonora de referência que corresponde a  $0,00002 \text{ N/m}^2$  (limiar da audição)

NPS = Nível de pressão sonora em decibéis.

Fonte: Adaptado de Vendrame (2017).

A tabela adaptada de Root (1995) representa a relação entre NPS e pressão sonora, com alguns valores típicos.

Tabela 1: Relação entre NPS e Pressão Sonora

<b>RELAÇÃO DE ALGUNS VALORES DE NPS E SUAS RESPECTIVAS PRESSÕES</b>	
<b>NPS (dB)</b>	<b>PRESSÃO (N/m<sup>2</sup>)</b>
140 (limiar da dor)	200
120	20
100	2
80	0,2
60	0,02
40	0,002
20	0,0002
0 (limiar da audição)	0,00002

Fonte: Adaptado de Rott (1995).

Exemplo:

O Boeing 747 em funcionamento, no ponto de decolagem, nas turbinas gera uma pressão sonora de aproximadamente 130 N/m<sup>2</sup>. Considerando a equação logarítmica apresentada acima, quanto equivaleria está pressão em decibéis?

$$\text{NPS} = 10 \log (P^2/P_0^2)$$

$$\text{NPS} = 10 \log (130)^2 / (0,00002)^2$$

$$\text{NPS} = 136, 25 \text{ Decibéis.}$$

### 2.2.1.2 Curva de Ponderação

A concepção de um medidor de nível de pressão sonora passou por vários anos de desenvolvimento. O primeiro medidor determina o sinal sonoro em sua forma pura, sem atribuir qualquer ponderação, utilizando uma curva linear. Com o passar do tempo descobriu-se que o ouvido humano não escuta de forma linear, mas sim, com perdas severas na baixa

frequência e praticamente linear nas altas frequências. Assim, surgiu a necessidade de se adaptar a leitura do medidor de nível de pressão sonora simulando o ouvido humano (VENDRAME, 2017).

Para isso foram criadas diversas curvas para adaptar a leitura do medidor ao ouvido humano, as quais foram batizadas de “A”, “B”, “C” e “D”. A curva “A” foi eleita como aquela que mais se aproxima da audição humana, sendo aquela que atenua os sons de baixa frequência, evidencia as médias e altas, utilizada para ruídos contínuos ou intermitentes. As demais curvas foram aproveitadas, a exemplo da curva “C” para avaliação de ruídos de impacto e a curva “D” para avaliação em aeroportos.

A razão pela qual os circuitos de compensação “B” e “C” não apresentaram os resultados esperados é que as curvas de igual audibilidade foram baseadas em experiências com tons puros. A maioria dos sons comuns não são tons puros, mas sinais complexos (VENDRAME, 2017).

Para fazer uma síntese das principais curvas de compensação, agrupamo-las na tabela (2), adaptada de Saliba (2000) e Vendrame (2017).

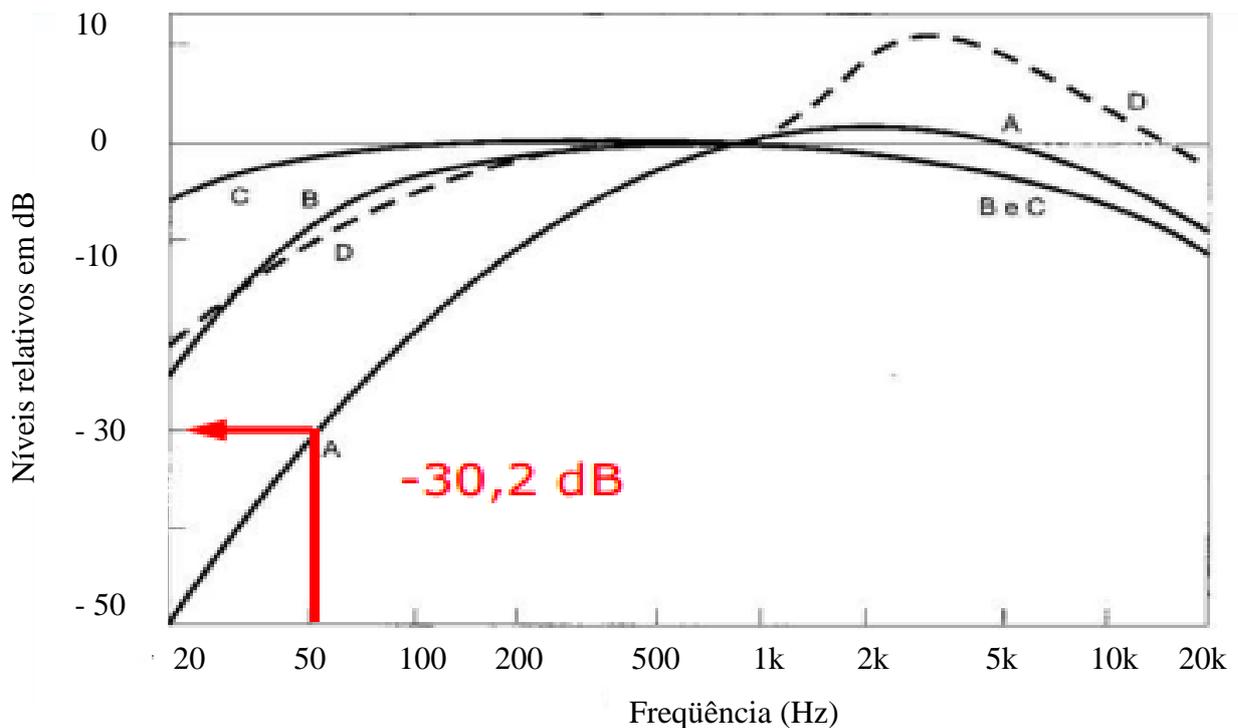
Tabela 2: Resumo das principais curvas de compensação utilizadas

CURVA DE COMPENSAÇÃO	UNIDADE	APLICAÇÃO
A	dB(A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhor representação da resposta do ouvido humano.</li> <li>- Utilizada para realização das avaliações ocupacionais quantitativas de ruído contínuo.</li> <li>- Realização de dosimetrias de ruído.</li> <li>- Cálculo de atenuação dos protetores auditivos.</li> </ul>
C	dB(C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizada para realização das avaliações ocupacionais quantitativas de ruído de impacto.</li> <li>- Cálculo de atenuação dos protetores auditivos.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Saliba (2000) e Vendrame (2017).

Para interpretar as curvas de ponderação ou compensação, é necessário entender o nível de audibilidade (NA). Partindo de um padrão criado em laboratório, tomando como referência a frequência de 1000 HZ, foi medida a resposta subjetiva produzida por determinado nível de pressão sonora (NPS) em cada frequência, e, com base nesses dados traçou-se curvas isoaudíveis de S.N.Y (2000), gráfico (1). Essas curvas representam a mesma intensidade de resposta do ouvido humano a determinados sons. Por exemplo, um som de 70 (setenta) decibéis (dB) em 4000 Hz é ouvido com a mesma intensidade de um som 1000 Hz de 85 (dB). Portanto, a 4000 Hz, há necessidade de um NPS menor para produzir o mesmo efeito no organismo (SALIBA, 2000).

Gráfico 1: Curva de Ponderação ou compensação



Fonte: Adaptado de Gerges (2000).

Segundo Gerges (2000), um som de nível de pressão sonora de 70 dB emitido numa frequência de 50 Hz, quando compensado pela curva A, sua interpolação fornecerá 39,8 dB(A), valor resultante da subtração da pressão sonora pelo nível relativo em decibéis (30,2) do gráfico de compensação.

De acordo com Saliba (2000), as normas internacionais e a escola nacional de inspeção do trabalho (ENIT) adotaram a curva de compensação “A” para medições de níveis de ruído contínuo e intermitente, devido a sua maior aproximação à resposta do ouvido humano.

## 2.2.2. Classificação do ruído ocupacional

### 2.2.2.1. Ruído contínuo e intermitente

A norma regulamentadora NR 15, define ruído contínuo ou intermitente, para fins de aplicação de limite de tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto, ou seja, o ruído que apresente pequena variação no intervalo avaliado. Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW), operando próximo ao ouvido do trabalhador (BRASIL, 1978). Os tempos de exposição não devem exceder os limites de tolerância da tabela (3) a seguir:

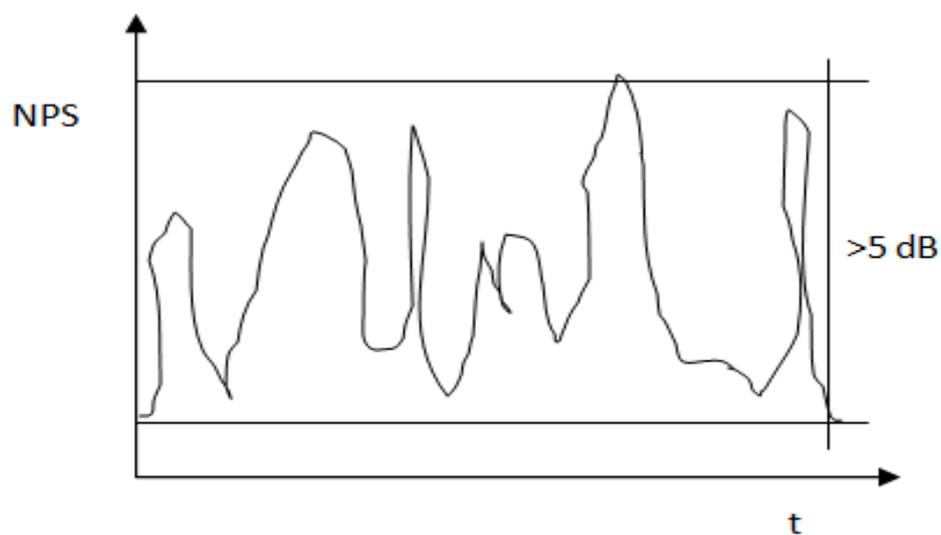
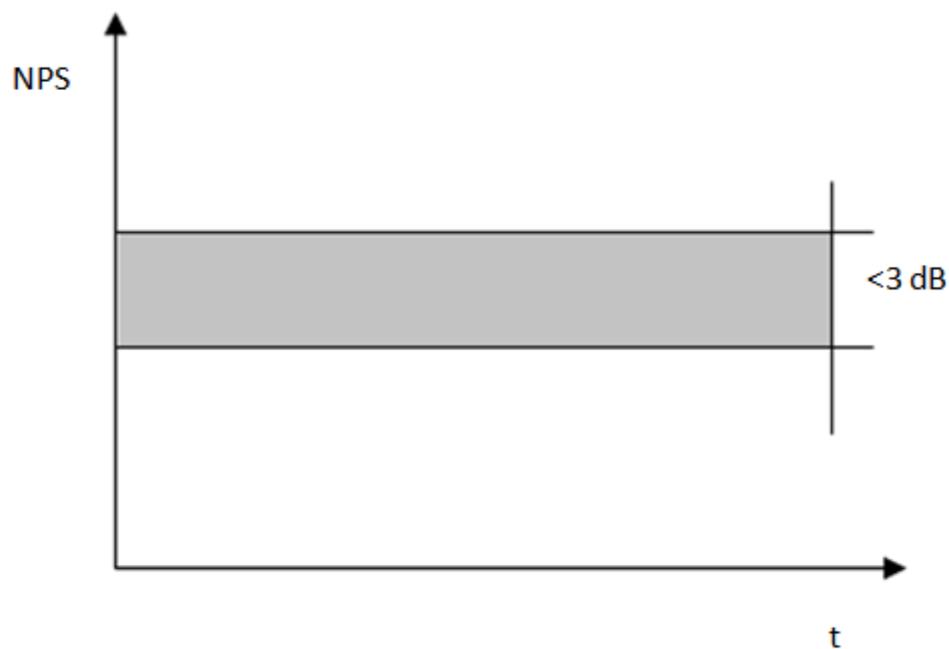
Tabela 3: Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente:

NÍVEL DE RUÍDO	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 40 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

Fonte: NR 15 (1978).

Vendrame (2017), afirma que, tecnicamente, existe diferença entre ruído contínuo e intermitente, sendo o ruído contínuo aquele que possui pequenas variações (até  $\pm 3$  dB) no período observado. Já o ruído intermitente possui como propriedade a variação contínua de valor apreciável (maior que 5 dB) durante um período de observação, conforme ilustra os gráfico (4) a seguir.

Gráfico 2: Comportamento do ruído contínuo e intermitente.



Fonte: Adaptado de Vendrame (2017).

Saliba (2000) menciona que as normas sobre este assunto, não diferenciam o ruído contínuo do intermitente para fins de avaliação quantitativa do agente físico ruído.

Pode-se ilustrar como exemplo de ruído contínuo e intermitente: Trator em operação, ensiladeira, roçadeira, motosserra, betoneira, sirene, trânsito de grandes cidades, entre outros.

## **2.3. Instrumentos de medição de ruído**

### **2.3.1. Medidores de nível de pressão sonora**

Pode-se definir os medidores de nível de pressão sonora como aparelhos utilizados para medir o nível de pressão sonora (NPS) de forma integrada e automática. Esses aparelhos também são chamados de sonômetros ou decibelímetros. Estes podem possuir circuitos de compensação “A, B, C e D ou somente A e C, ou somente A” (SALIBA, 2000).

### **2.3.2. Dosímetros**

Saliba (2000), afirma que os dosímetros são instrumentos importantes para a caracterização da exposição ocupacional ao ruído. A partir das medições obtém-se a dose de ruído diária de exposição. Além disso, todos os dados medidos podem ser impressos com histogramas das variações dos níveis de ruído, em intervalos de tempo previamente fixados durante toda a jornada de trabalho. Vendrame (2017), define dosimetria de ruído, como sendo a técnica na qual o nível de pressão sonora é mensurado de forma instantânea, porém, integrado interna e automaticamente, de forma compensada pelas curvas de ponderação, resultando um número que representa o quociente entre o tempo de exposição num dado nível e o tempo permissível naquele nível, denominado dose. Vendrame (2017), ainda ressalta a importância do profissional, responsável pela avaliação, estipular o tempo da medição de acordo com seu prudente julgamento. Em atividades que são contínuas durante a jornada diária de trabalho, uma dosimetria de 20 (vinte) minutos, projetada para 8 (oito) horas de trabalho, é suficiente para caracterizar a exposição do trabalhador ao ruído contínuo.

### **2.3.3. Calibrador Acústico**

Para Saliba (2000), o calibrador acústico ou aferidor acústico é um equipamento fundamental nas avaliações de ruído, pois permite a aferição dos medidores, garantindo a precisão das medições. O calibrador é um instrumento portátil de precisão e consiste numa fonte sonora que emite um tom puro na frequência de 1000 Hz. Essa fonte quando ajustada no medidor de som ou dosímetro, emite um som constante de 114 dB ou 94 dB, dependendo do modelo e marca do equipamento. Cada equipamento possui sua forma de calibração, devendo ser consultado seu manual de instruções. Recomenda-se que os equipamentos devem ser aferidos com padrão primário de laboratório, para tanto, devem ser remetidos para calibração tanto o dosímetro, quanto o calibrador, a cada período de 12 a 24 meses (VENDRAME, 2017).

### **2.4. Condições de segurança das máquinas no campo**

Até poucos anos, os projetos de tratores agrícolas centravam-se na maximização da eficiência, em detrimento ao fator humano (SCHLOSSER, 2002). Santos Filho et al. (2003), avaliando os ruídos causados por máquinas agrícolas concluíram que os trabalhos de operação foram desconfortáveis para o operador, mesmo com o uso de protetores auriculares, ainda podem ser notados riscos à saúde.

Silveira et al. (2008), analisaram o nível de ruído em um trator com 8 anos de uso, concluindo que a pressão sonora média foi de 96,7 dB (A). Desta forma, o operador não poderia ficar exposto ao ruído por um período superior a 1 h e 15 minutos sem proteção adequada.

Cunha et al.(2012), estudando níveis de ruídos em dois tratores agrícolas identificaram que, ambos os tratores apresentaram níveis de ruído acima do limite de 85dB (A). Sendo que, o nível de ruído a que o operador está exposto tem relação direta com o aumento da possibilidade de acidentes, pois o ruído excessivo pode causar irritação e perda da concentração. Grande parte dos acidentes envolvendo tratores pode ser evitada se as máquinas envolvidas dotem de dispositivos de segurança, os equipamentos de proteção sejam utilizados, com regras de segurança sendo observadas durante a jornada de trabalho na realização das atividades.

Uma vez constatada a existência de doenças vinculadas ao trabalho estacionário e o aumento no rigor das normas de segurança do trabalho, há uma tendência em buscar melhorias nas condições de ergonomia e segurança do operador (SILVA, 2010). Esse fato mostra propensão a uma maior atenção ao maquinário. Contudo, estudos recentes continuam a ressaltar a necessidade de aperfeiçoamentos nos projetos ergonômicos de tratores agrícolas (BAESSO, 2015).

Baesso et al. (2017), observou-se níveis de ruídos acima do máximo permitido para uma jornada de trabalho de 8 horas em todos os tratores estudados. Atividades ou operações que exponham o trabalhador a níveis de ruídos acima de 115 dB(A), sem proteção adequada, oferecerão risco grave e eminente à saúde, como por exemplo, a perda da audição ao longo do tempo (BAESSO, 2015).

## **2.5. Legislação Vigente Sobre o Ruído Ocupacional e demais normativas aplicadas ao desenvolvimento das atividades relacionadas ao assunto**

Todas as atividades desenvolvidas no âmbito do setor privado e na administração pública são regidas por normas trabalhistas que regulamentam as questões relativas à saúde e segurança do trabalhador. Nesse sentido, a Lei 6.514, de 22 de dezembro de 1977, alterou o capítulo V, do título II, da consolidação das leis do trabalho, relativo à segurança e medicina no trabalho para criar diretrizes e especificações para aplicação da legislação, com isso, em 8 de junho de 1978, foi criada a Portaria 3214, que aprovou as normas regulamentadoras pertinentes ao assunto. Atualmente são 37 NR's vigentes no Brasil (BRASIL, 2019).

Dentre as principais normas regulamentadoras que possibilitam intervenções de saúde e segurança no trabalho em atividades que envolvam o contato com o ruído ocupacional, destacou-se: (i) embargo e interdição (NR 03) são medidas de urgência adotadas a partir da constatação de situação de trabalho que caracterize risco grave e eminente ao trabalhador. Considera-se risco grave e eminente toda condição ou situação de trabalho que possa causar acidente ou doença relacionada ao trabalho com lesão grave à integridade física do trabalhador, (ii) equipamentos de proteção individual (EPI) (NR06), são todos os dispositivos ou produtos de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho, (iii) o programa de controle médico de saúde ocupacional (NR 07) estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e o

acompanhamento da audição do trabalhador, por meio da realização de exames audiológicos de referência e seqüenciais, (iv) quanto programa de prevenção de riscos ambientais (NR09), constitui-se obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte dos empregadores, do PPRA, visando à preservação da saúde e integridade física dos trabalhadores, por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle de riscos ambientais existentes ou que venham existir no ambiente de trabalho, por fim, (v) a NR 15, define como sendo atividades e operações insalubres as que são desenvolvidas acima dos limites de tolerância prevista nos anexos 1, 2, 3, 5, 11 e 12 da NR, bem como as comprovadas por meio de laudo de inspeção do local de trabalho. Esta Norma também prevê os graus de insalubridade dessas atividades, classificando-os em mínimo, médio e máximo, o que confere aos trabalhadores de empresas privadas acréscimo ao salário de 10%, 20%, 40% respectivamente, de adicionais pecuniários, sobre o salário mínimo vigente (BRASIL, 1978).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no *campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada na cidade de Lavras, Minas Gerais. Para avaliar quantitativamente os ruídos gerados nas operações com tratores agrícolas, utilizou-se um dosímetro 01 dB calibrado em laboratório no dia 16/08/2018, modelo Wed 007, tipo 2, no circuito de resposta lenta (SLOW) e circuito de compensação A (FIGURA 2), fixado nos tratores próximo ao ouvido do operador.

Figura 2: dosímetro e calibrador utilizado



Fonte: Do autor (2018).

As medições ocorreram de 08 as 12 horas e 14 às 18 horas, de segunda à sexta-feira. A metodologia utilizada seguiu os parâmetros de avaliação da NHO 01 e comparação dos resultados obtidos com valores de limites de tolerância para ruído, estabelecidos no anexo I, da NR 15, classificadas como normas específicas para medição de ruído contínuo e intermitente. Os ensaios foram realizados em três modelos de tratores acoplados a implementos que são utilizados nas atividades de preparo e manejo do solo, conforme segue:

- Trator Valtra, sem cabine de vidro, com capota de proteção, tração 4 x 2 com TDL (tração dianteira auxiliar), modelo A950, ano 2008, motor a diesel, rotação por minuto de 2000 RPM (FIGURA 3), acoplado a ensiladeira, modelo Pecus 9004 III, de uma linha de colheita (FIGURA 4). Para esse conjunto adotou-se a abreviação (C1).

Figura 3: Trator Valtra A950



Fonte: Do Autor (2018).

Figura 4: Ensiladeira



Fonte: Do autor (2018).

- Trator Massey Ferguson, sem cabine de vidro, com capota de proteção, tração 4x2 com TDL (tração dianteira auxiliar), modelo 290, ano 1992, motor a diesel, rotação por minuto de 1800 RPM, tracionando uma grade aradora (FIGURA 5), modelo GA PCR, de 18 (dezoito) discos de 26 (vinte e seis) polegadas, ano 2007 (FIGURA 6). Para esse conjunto adotou-se a abreviação (C2).

Figura 5: Trator Massey Ferguson



Fonte: Do autor (2018).

Figura 6: Grade aradora



Fonte: Do autor (2018).

- Trator Valtra, sem cabine de vidro, com capota de proteção, tração 4x2 com TDL(tração dianteira auxiliar), modelo BF 75, ano 2009,motor a diesel, rotação por minuto de 1700 RPM (FIGURA 7), engatado em uma carreta basculante, modelo

CBH 5000, destinada ao transporte silagem de milho (FIGURA 8). Para esse conjunto adotaremos a abreviação (C3).

Figura 7: Trator Valtra BF 75



Fonte:Do autor (2018).

Figura 8: Trator Massey Ferguson



Fonte: Do autor (2018).

Para os três conjuntos mecanizados (C1, C2 e C3) as avaliações foram realizadas no mesmo terreno, com aproximadamente 4% de declividade, solo do tipo latossolo vermelho, sem condições de chuva, com área de aproximadamente 2,6 ha (FIGURA 09) dividida em

dois talhões, sendo um sem cultura implantada (TALHÃO 1) e o outro com milho para silagem (TALHÃO 2).

Figura 09: Local da Avaliação do Ruído



Fonte: Google Eart (2019).

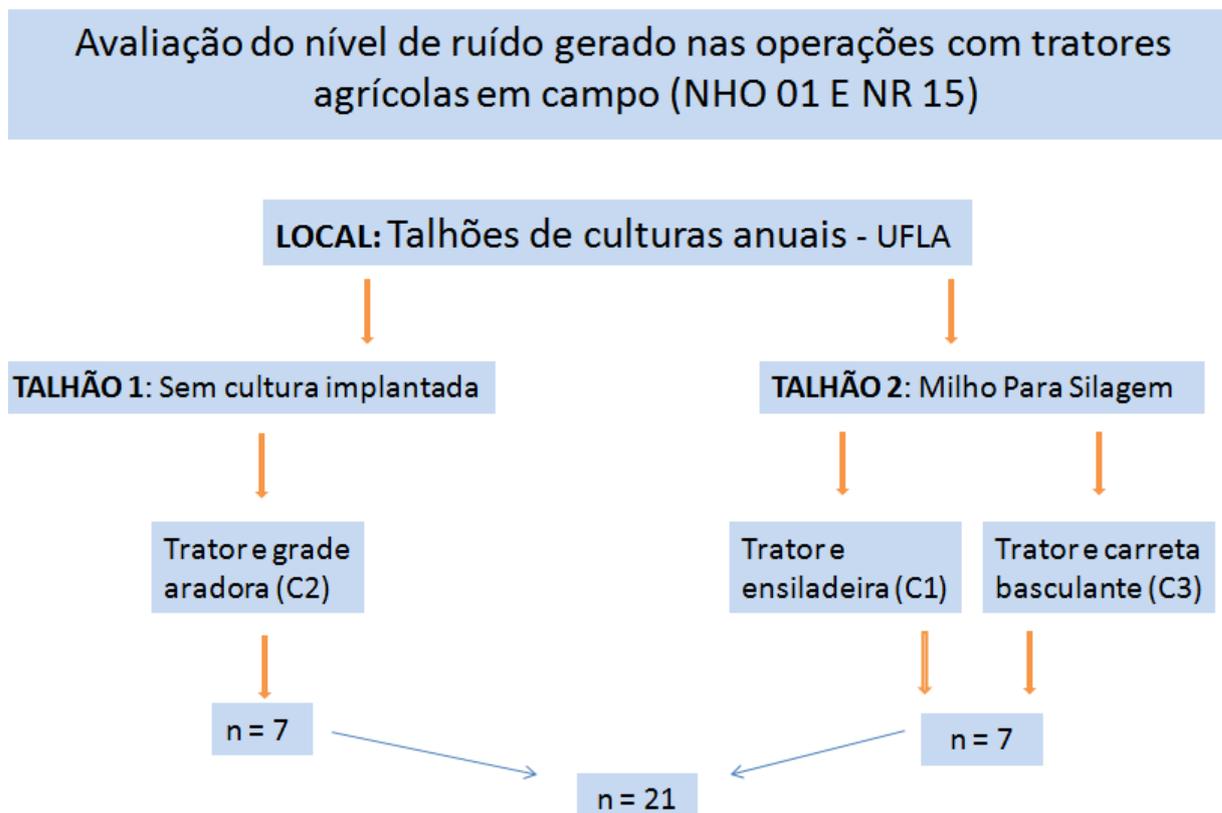
No conjunto composto por trator grade-aradora (C2), avaliaram-se os níveis de ruído gerados na operação de preparo de solo do talhão 1 (um) para implantação da cultura do milho. Para o conjunto trator-ensiladeira (C1) e carreta basculante (C3), a avaliação do ruído foi realizada no talhão2 (dois), no momento da colheita de milho para silagem. Já o trator acoplado a carreta basculante, avaliou-se o ruído nas operações de transporte da silagem dentro do talhão de colheita até o silo.

Para o conjunto (C1 e C3), a coleta dos dados ocorreram na terça e quarta-feira, com 4 (quatro) medições no primeiro dia e 3 (três) no segundo para cada conjunto, totalizando 7 (sete) medições. Quanto ao conjunto (C2), as coletas ocorreram na quinta-feira com 7 (sete) medições durante o dia, conforme ilustra o fluxograma da Figura (09).

As avaliações ocorreram de acordo com a dinâmica do trabalho no campo, sem interferência do avaliador nas condições em que o trabalho foi realizado e conforme a rotina diária dos operadores. O aparelho de medição foi programado para coleta de dados a cada minuto e fornecimento da dose de ruído total coletada de cada avaliação. Para comparação

estatística dos dados, por meio de análise de variância, utilizou-se o teste ANOVA, disponível no Excel 2007 e teste Tukey disponibilizado no programa Past, motivado pelo número de conjuntos avaliados, com 5% de probabilidade de erro o Software Past para gerar o gráfico dos resultados.

Figura 9: Fluxograma das atividades de medição de ruído realizadas nas operações agrícolas:



Fonte: Do autor (2019).

A avaliação do ruído emitido pelos conjuntos foi realizada calculando-se a média das amostragens realizadas por meio do audiodosímetro durante a mensuração dos níveis de pressão sonora.

#### 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os níveis de ruído gerados nas operações com tratores acoplados a implementos agrícolas estão indicados na TABELA (4) e na tabela (5) estão apresentadas a prevalência relativas aos níveis de ruído detectados.

Tabela 4. Níveis de ruído gerados nas operações agrícolas com tratores acoplados a implementos no *campus* da UFLA.

LOCAL/TRATOR/ IMPLEMENTO	AMOSTRA	CONC. (DB)
TRATOR A950 VALTRA - ENSILADEIRA	1	103,60
TRATOR A950 VALTRA - ENSILADEIRA	2	101,20
TRATOR A950 VALTRA - ENSILADEIRA	3	102,80
TRATOR A950 VALTRA - ENSILADEIRA	4	105,50
TRATOR A950 VALTRA - ENSILADEIRA	5	102,70
TRATOR A950 VALTRA - ENSILADEIRA	6	101,10
TRATOR A950 VALTRA - ENSILADEIRA	7	101,60
TRATOR 290 MASSEY FERGUNSUN- GRADE ARADORA	8	92,80
TRATOR 290 MASSEY FERGUNSUN – GRADE ARADORA	9	94,60
TRATOR 290 MASSEY FERGUNSUN – GRADE ARADORA	10	99,40
TRATOR 290 MASSEY FERGUNSUN – GRADE ARADORA	11	91,00
TRATOR 290 MASSEY FERGUNSUN – GRADE ARADORA	12	94,50
TRATOR 290 MASSEY FERGUNSUN – GRADE ARADORA	13	100,80
TRATOR 290 MASSEY FERGUNSUN – GRADE ARADORA	14	85,50
TRATOR VALTRA BF 75 - CARRETA BASCULANTE	15	83,00
TRATOR VALTRA BF 75 - CARRETA BASCULANTE	16	82,10
TRATOR VALTRA BF 75 - CARRETA BASCULANTE	17	73,30
TRATOR VALTRA BF 75 - CARRETA BASCULANTE	18	76,00
TRATOR VALTRA BF 75 - CARRETA BASCULANTE	19	85,30
TRATOR VALTRA BF 75 - CARRETA BASCULANTE	20	68,90
TRATOR VALTRA BF 75 - CARRETA BASCULANTE	21	79,80

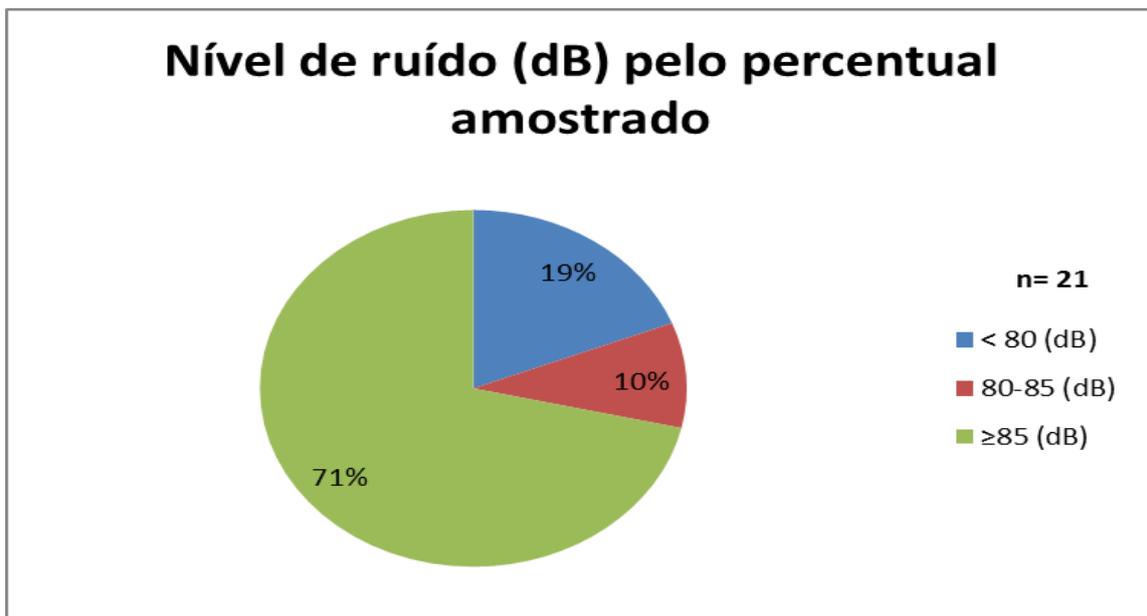
Fonte: Do autor (2019).

Tabela 5. Prevalência do Nível de Ruído nas Medições

Nível de Ruído (dB)	Número de medições (amostras)	Percentual (%)
< 80	4	19,05
80-85	2	9,52
≥85	15	71,43
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>100</b>

Fonte: Do autor (2019).

Gráfico 3: Prevalência do Nível de Ruído nas Medições



Fonte: Do autor (2019).

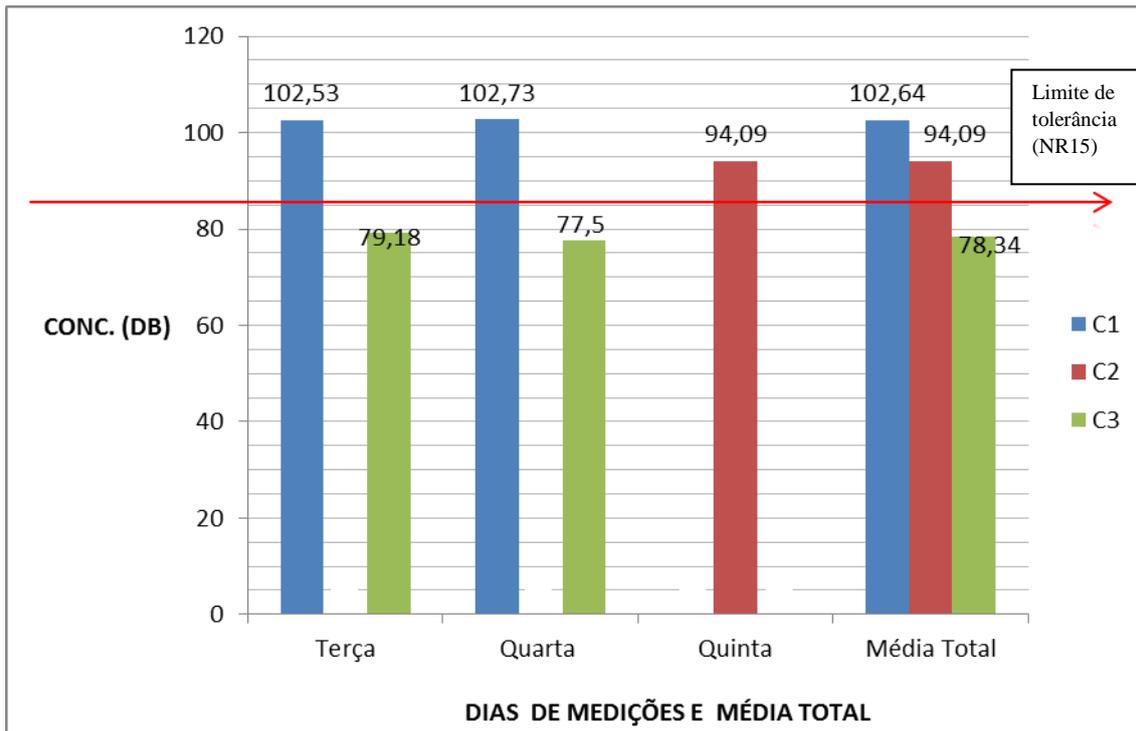
Vale ressaltar que, segundo Saliba (2000), a NR 15, ANEXO I, estabelece o limite de tolerância de 85 (oitenta e cinco) decibéis, para 08 (oito) horas diárias de exposição sem proteção para fins de adicionais de insalubridade. No caso de higiene ocupacional, que visa à proteção do trabalhador, de acordo com a NR 09, a adoção de medidas de segurança se faz

necessária quando o nível de ruído ultrapassa a metade da dose, ou seja, o nível de ação para utilização do protetor auditivo é de 80 (oitenta) decibéis. Vendrame (2017), afirma que o incremento de 5 (cinco) decibéis na exposição diária o tempo de exposição reduz-se à metade, conforme pode ser observado na tabela (3). Enquanto que, a NHO 01 (2001), adota critérios mais restritos, visto que possui cunho preventivista, determinando que para acréscimo de 3 (três) decibéis na medição dos níveis de ruído, implicará diretamente na redução pela metade do tempo de exposição.

Conforme pode ser observado no Gráfico (3), os resultados das avaliações quantitativas dos níveis de ruído das 21 amostras demonstraram que 71% das avaliações, estão acima do limite de tolerância.

De acordo com Gráfico (4), é possível observar que os conjuntos C1 e C2 apresentaram em média valores acima do limite de tolerância de 85 dB, podendo-se inferir que esses valores foram afetados diretamente pela maior exigência de potência do trator. Além disso, nas operações de ensilagem, em que o implemento agrícola utilizado possui diversas partes móveis que gera atrito com o material vegetal, fazendo-se com que resulte nas maiores fontes de ruído mensuradas. No caso da grade aradora, a potência requerida para tracionamento e a falta de lubrificação dos discos do implemento, contribui significativamente para valores de ruído prejudiciais ao operador, como pode ser observado na afirmação de Zoppello et al. (1995), mencionando que os equipamentos tracionados aumentam os níveis de pressão sonora devido a maior exigência de potência do motor.

Gráfico 4: Média dos níveis de ruído analisados por conjunto, em função dos dias amostrados e o limite de tolerância.



Fonte: Do autor (2019).

Apesar de não ser objeto de estudo deste trabalho, outros fatores contribuem para o incremento do nível de ruído, conforme evidenciado por Vitória (2000), sendo eles, a velocidade de operação, profundidade de trabalho do implemento, presença de outras máquinas operando ao mesmo tempo, pluviosidade, velocidade do vento e própria trepidação do equipamento.

No caso do conjunto C3, pelas médias das amostras coletadas, observa-se que não excedeu do limite de tolerância, justificado pela menor exigência de potência do maquinário, por ser um trator de pequeno porte, relativamente novo, possuir pneus novos e estar arrastando uma carreta basculante revisada e com poucas horas de trabalho. Contudo, não exime o operador da utilização preventiva do protetor auditivo, que é de uso obrigatório quando da exposição a agentes ambientais de natureza física, nesse caso, o ruído ultrapassar 80 dB. Conforme pode ser observado na Tabela (6), que demonstra a relação entre os conjuntos que ultrapassaram o limite de tolerância (LT) e máxima exposição diária permissível, é possível estabelecer o tempo que um operador, sem os devidos equipamentos de proteção individual (EPI), poderia atuar sem que a sua saúde e segurança possam ser prejudicados.

Tabela 6: Máxima exposição diária permissível sem proteção.

CONJUNTOS	NÍVEL DE RUÍDO (CONC. DB)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO PERMISSÍVEL (MINUTOS)
C1	102,64	35
C2	94,09	135
C3	78,34	>480

**Fonte:** Do autor (2019).

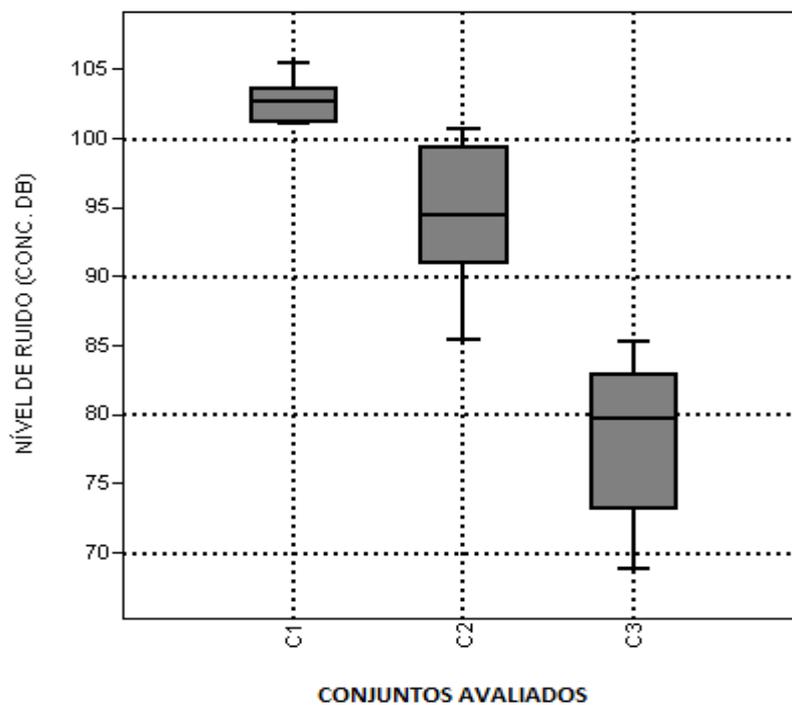
Observe-se que na TABELA 6, à medida que aumenta o nível de ruído gerado pelos conjuntos, diminui o tempo de exposição que teoricamente o operador poderia atuar sem as devidas proteções necessárias. No entanto, de acordo a NR 06 e NR 09 (1978), a utilização de medidas administrativas, de proteções coletivas e individuais é obrigatória (quando ultrapassar a metade da dose – nível de ação) para neutralizar as fontes de ruído, visto que a exposição ao longo tempo pode causar perda auditiva e outros agravos à saúde do operador. Noronha et al. (2005), afirmam que o ruído causa sérios efeitos no homem, tais como: perda dos reflexos, perda da concentração, perda auditiva até a surdez permanente, fadiga, aumento da frequência cardíaca, distúrbios do sono, entre outros.

Após realizar a análise estatística pelo teste ANOVA (ANEXO 1) e teste Tukey (ANEXO 2), ao nível de 5 % de probabilidade de erro, observou-se diferença significativa entre os níveis de ruído obtidos entre as operações de ensilagem, gradagem e carreta basculante. Considerando que o valor de F-CRÍTICO foi menor do que F tabelado devendo-se rejeitar a hipótese de que os valores são iguais aos demais conjuntos, ou seja, realmente existe diferença significativa entre os ruídos gerados pelos conjuntos (C1,C2 e C3) avaliados. Verificou-se também que o valor de prova (valor-P), foi inferior a 0,05 ou 5% de probabilidade, ou seja, realmente os conjuntos apresentaram diferenças significativas entre si, com 95 % de confiança. Os resultados da análise de variância são evidenciados na tabela a seguir.

A partir do Gráfico (5), observou-se as diferenças entre os valores máximos e mínimos por conjunto avaliados, a mediana e os valores do primeiro e terceiro quartil. No C1 a

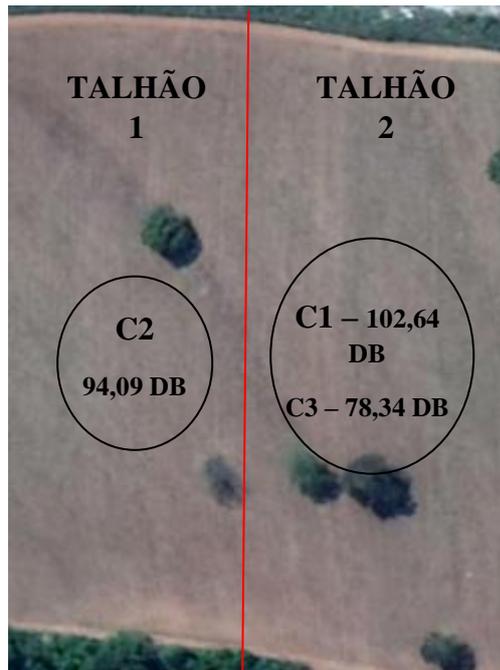
discrepância entre os dados é menos evidenciada do que nos conjuntos C2 e C3, podendo-se inferir que durante a operação de ensilagem houve maior homogeneidade de aceleração e potência da máquina, em detrimento aos demais conjuntos. Quanto ao C2, fatores como, tempo de uso, falta de manutenção e forma de operação influenciou na diferença dos valores encontrados. Por fim, no C3, apesar do implemento ser relativamente novo, a sua estrutura é constituída de material metálico rígido e pela locomoção no terreno ondulado contribuiu para diferenças significativas nos níveis de ruído mensurado. Vale (2013), afirma que carretas basculantes em movimento geram níveis de pressões sonoras oscilantes, devido o material que é fabricado e falta de sistema de amortecimento.

Gráfico 5. Distribuição dos Níveis de Ruído nos Conjuntos Avaliados.



Fonte: Dados do Trabalho plotados no Programa Past (2019).

Figura 10: Níveis médios de ruído dos conjuntos C1, C2 e C3 nos locais de avaliação.



**Fonte:** Autor(2019).

Conforme resumido na Figura (10) o conjunto 1 (C1), a operação Trator-ensiladeira, resultou no valor médio de 102,64 decibéis (dB), ou seja, acima do limite de tolerância (85 dB). Desta forma, se não for adotada nenhuma medida de proteção coletiva ou individual a atividade é considerada insalubre pela NR 15. Pessina e Guerretti (2000), avaliando a eficiência de vários dispositivos para a redução do nível de pressão sonora de operadores de tratores agrícolas, concluíram que, em média, os dispositivos de proteção auricular permitem uma atenuação do nível de ruído da ordem de 7 a 26 dB.

A partir do nível de ruído do C1, foi descontado o valor do limite de tolerância estabelecido pela NR 15, ou seja,  $(102,64 - 85 = 17,64 \text{ dB})$ , com isso aplicando um protetor auditivo de 18 dB, para uma jornada de 8 (oito) horas diárias, a atividade não é considerada insalubre. Contudo, pelo princípio da prevenção, recomenda-se a utilização de protetor auditivo que mantenha o nível de ruído abaixo dos 80 dB, isto é, o fornecimento de protetor auditivo de no mínimo 23 dB.

O mesmo raciocínio foi aplicado para o C2, no entanto, como o nível de ruído mensurado foi menor do que o C1, o protetor auditivo aplicado foi de 15 dB de atenuação. No caso do C3, a média não ultrapassou o nível de ação, isto é, os 80 dB estabelecido pela NR 09. Todavia, três das amostras coletadas ficou entre o nível de ação e o limite de tolerância, sendo assim, recomendou-se a utilização de um protetor auditivo que atenuasse no mínimo 6 dB para garantir que a neutralização do ruído seja efetiva.

Entretanto, Brasil (1978), orienta que na hierarquia das técnicas de segurança deve respeitar a sequência de que, as medidas de ordem geral ou administrativas devem ser aplicadas em primeiro plano, seguida da utilização equipamento de proteção coletiva (EPC), posteriormente da utilização de equipamentos de proteção individual e por último a concessão dos adicionais de insalubridade. Desta maneira, no caso do C1, C2 e C3, a forma adequada se fazer seria: reduzir o tempo de exposição do operador, por meio de rodízio das atividades; realizar manutenções preventivas e periódicas nas máquinas e equipamentos; avaliar a possibilidade de adaptação de cabine nos tratores; fornecer protetores auditivos de qualidade e adequados aos níveis de atenuação; fazer exames audiométricos nos operadores para vigilância em saúde e segurança e adicionais de insalubridade para esse tipo de atividade.

Franklin et al. (2006) mostraram que as cabines nos tratores podem reduzir o nível de ruído na faixa de 16 dB. Por meio do estudo de Franklin et al. (2006), fica nítido a importância da aplicação de medidas de cunho coletivo, pois nota-se que sua aplicação é tão efetiva que se torna desnecessário a utilização do protetor auditivo dentro da cabine nos conjuntos C2 e C3, visto que o nível de redução de pressão sonora do EPC reduz o ruído para valores abaixo do nível de ação. Quanto ao C1, mesmo com a cabine ainda é necessária a utilização do EPI, porém, com menor nível de redução.

Sugere-se, quando da aquisição de novas máquinas, avaliar-se a possibilidade da aquisição de tratores cabinados, pois segundo Mialhe (1996), independente da potência, a uma tendência de convergência dos níveis de ruído para valores inferiores a 85 decibéis, o que é uma excelente contribuição para a saúde e segurança dos operadores.

Tem-se como fator limitante para esse estudo a ausência da detecção de variáveis relacionadas ao uso adequado do protetor auditivo e à percepção do trabalhador sobre a interferência do ruído na sua qualidade de vida. Variáveis referentes ao uso não habitual do protetor e sensação de desconforto durante ou após a execução do trabalho, como por exemplo, sintomas de irritabilidade, cefaléia, fadiga e, ou alterações no padrão de sono poderiam estar associadas a um maior tempo de exposição a atividades em tratores do conjunto C1.

## 5. CONCLUSÃO

Os níveis de ruído avaliados nos conjuntos (C1 e C2) indicaram condição de trabalho que geram desconforto ao operador e, provável perda auditiva ao longo do tempo, caso não seja utilizado o devido equipamento de proteção individual;

Os maiores valores foram encontrados na operação ensilagem e gradagem, indicando a influência da maior rotação do motor e da força de tração da máquina sobre o ruído. A operação com a carreta basculante emitiu níveis de ruído menores do que os citados anteriormente, porém, pontualmente, superiores ao nível de ação e, em média, inferiores ao limite de tolerância da NR 15, anexo I;

Os operador de máquinas está sujeito a consideráveis níveis de ruído em todas as atividades agrícolas avaliadas, sendo necessária a adoção das seguintes medidas para minimizar a exposição ao risco (i) a manutenção periódica das máquinas e implementos, (ii) o rodízio das tarefas para redução do tempo de exposição ao ruído, (iii) o uso adequado dos protetores auditivos, do mesmo modo que, (iv) o treinamento obrigatório para os funcionários e (v) o planejamento para aquisição de máquinas modernas que proporcione segurança e conforto aos operadores.

## REFERÊNCIAS

BARROS, L. G., 2018, “trajetória da agricultura brasileira”, Piracicaba: fundação de estudos agrícolas Luiz de Queiroz, 32 p.

BRASIL. Segurança e medicina do trabalho: NR-1 a 36, clt. arts. 154 a 201, lei nº. 6.514 de 22-12-1977, portaria nº. 3.214 de 8-6-1978, legislação complementar, índices remissivos. Manuais de legislação atlas. 72ª ed. 2013. 1000 f. Editor atlas. São Paulo, 2013.

BRASIL. Segurança e medicina do trabalho: NR -1 a 37, clt. arts. 154 a 201, lei nº. 6.514 de 22-12-1977, portaria nº. 3.214 de 8-6-1978, legislação complementar, índices remissivos. Manuais de legislação atlas. 82ª ed. 2019. Editora atlas. São Paulo, 2019.

CEPEA (Centro De Estudos Avançados Em Economia Aplicada), Departamento de Economia, Administração e Sociologia/ESALQ – Universidade De São Paulo, Piracicaba 2017.

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, 2009.

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro nacional de pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de janeiro: EMBRAPA solos, 2018.

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.

FRANKLIN, R. C. ETAL. Factors Affecting Farm Noise During Common Agricultural Activities. Journal Of agricultural Safety And Health, St. Joseph, V. 12, N. 2, P. 117-125, 2006.

FUNDACENTRO – FUNDAÇÃO JORGE DUPRATFIGUEREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. Norma de higiene ocupacional – NHO 01: avaliação da exposição ocupacional ao ruído. 2001. 41 f. Ministério do trabalho e emprego - MTE, Fundacentro. Brasília, 2001.

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

LIMA, C.; MONT´ALVÃO, C. M. Ergonomia: conceitos e aplicações. Rio de janeiro: editora 2ab Ltda., 2011.

M. M. BAESSO; M. GAZZOLA; S. BERNARDES; E. BRANDELERO.;A. MODOLO. Avaliação do nível de ruído, itens de segurança e ergonomia em tratores agrícolas. São Paulo, Brazilian journal of bio system sengineering v. 9(4): 368-380. UNESP, 2015.

M. M. BAESSO; M. GAZZOLA; S. BERNARDES; E. BRANDELERO.;A. MODOLO. Níveis de Ruído Emitidos por Tratores Agrícolas. São Paulo, Brazilian journal of bio system sengineering v. 9(4): 229-238. UNESP, 2017.

M. NELI G. C. CAVALEIRO, M. DOMINGAS BELEZA, edições as isbn: 978-972-41-5123-6 2008.

MACHADO, F. Níveis de ruídos em operações agrícolas. 2.ed. Pato branco – Paraná, UFPR, 2016 - 48 p.

MARTINS, G.A. estatística geral e aplicada. 3. Ed. 2 reimpr. – São Paulo: editora Atlas, 2006.

MIALHE, L. G., 1996, “máquinas agrícolas: ensaios e certificação”, Piracicaba: fundação de estudos agrícolas Luiz de Queiroz, 722 p.

NORONHA, EDUARDO H. T. FILHO E G. Qualificação e quantificação dos níveis de ruído em ambientes laborais no distrito federal. 2007. 23 f. Trabalho de conclusão de curso (licenciatura em física) – universidade católica de Brasília. Brasília-DF, 2005.

OLIVEIRA, JOSÉ A. A. DE. Fisiologia clínica da audição. In.: NUDELMANN, ALBERTO A.; COSTA, EVERALDO A. DA; SELIGMANN, JOSE & IBAÑEZ, RAUL N. [ETAL.] Pair:

perda auditiva induzida pelo ruído. Porto alegre. Bagagem comunicações ltda, p.101-140. 1998.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. Guidelines for community noise. Genebra, 1980.

PESSINA, D.; GUERRETTI, M. effectiveness of hearing protection devices in the hazard reduction of noise from used tractors. Journal of agricultura leneering research, silsoe, v. 75, n. 1, p. 73-80, 2000.

S. N. Y. GERGES, ruído – fundamentos e controle, 2ª ed, NR editora, (2000).

SALIBA, TUFFI MESSIAS. Manual prático de avaliação e controle de ruído – PPRA. 2000. 112 f. São Paulo-SP: editora LTR. 2000.

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 – MG.

SARTI, F., SABBATINI, R., VIAN, C. E. F. Projeto pib: perspectivas do investimento em mecânica. *Projeto pib*, campinas, n. 7, p. 160, 2009.

SCHLOSSER, J.F. barulho sobre controle. Cultivar máquinas, pelotas, v. 13. P. 20-23. 2002.

SILVA, P. R.A. precauções de segurança nas operações com equipamentos agrícolas. In: monteiro, l. A. Prevenção de acidentes com tratores agrícolas. Botucatu: diagrama, 2010. Cap.2, p. 33-50.

SILVEIRA, J.C.M.; TIEPPO, R.C.; GABRIEL FILHO, A. Nível de ruído emitido por um conjunto motomecanizado na operação de preparo mínimo do solo. Global Science and technology, Rio Verde, v. 01, n. 08, p.60 – 70 2008.

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.

VALE, ALINE do. Soluções em proteção auditiva: desenvolvimento tecnológico oferece maior segurança e conforto aos trabalhadores na agropecuária. Revista CIPA. São Paulo, ano XXXV, n.º. 412, pag. 26-42. Jan. 2013.

VENDRAME, A. C. Perícias judiciais de insalubridade e periculosidade-4ª edição – São Paulo, 2017.

VIAN, C. E. F., ANDRADE JUNIOR, A. M. Evolução histórica da indústria de Máquinas agrícolas no mundo: origens e tendências. Sociedade brasileira de Economia, administração e sociologia rural. Campo grande, 2010.

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.

ZOPPELLO, G., MONARCA, D., CECCHINI, M. ET AL. Aziende agricole, il rischio di rumore. Macchine e motori agricoli, v.2, n.10, p.9-16, 1995.

## ANEXO

Anexo 1. Análise de variância para C1,C2 e C3.

ANOVA: Fator único

## RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	<i>Mediana</i>
C1	7	718,5	102,6429	2,442857	102,7
C2	7	658,6	94,08571	26,44143	94,5
C3	7	548,4	78,34286	34,40286	79,8

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	2126,9552	2	1063,478	<b>50,41202</b>	<b>&lt; 0,05*</b>	<b>3,554557</b>
Dentro dos grupos	379,72286	18	21,09571			
Total	2506,6781	20				

Significativo a 5% de probabilidade

Fonte: Dados do Trabalho (2019).

Anexo2: Teste Tukey com 5% de probabilidade.

One-way ANOVA

Repeated measures

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p(same)
Between groups:	2126,96	2	1063,48	50,41	4,201E-08
Within groups:	379,723	18	21,0957		
Total:	2506,68	20			
omega^2:	0,8247				

Levene's test for homogeneity of variance, based on means: p(same) = 0,03826  
Based on medians: p(same) = 0,09031

Welch F test in the case of unequal variances: F=57,76, df=9,149, p=6,468E-06

Residuals

Tukey's pairwise comparisons:  
Q \ p(same)

	A	B	C
A		0,007183	0,0001494
B	4,929		0,0001578
C	14	9,068	

Fonte: Programa Past (2019)

Anexo 3. Protetor auditivo circum auricular ou tipo concha para proteção contra ruído contínuo e de impacto.



Fonte: Do autor (2019).

Anexo 4. Protetor auditivo de inserção ou tipo plug para proteção contra ruído contínuo e de impacto.



**Fonte:** Do autor (2019).